DODATNIE SPRZĘŻENIE ZWROTNE

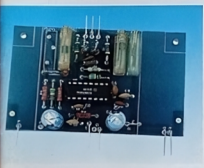
10/96

3 zł 90 gr (39 000 zł)

październik 1996

ELEKTRONIKA dla wszystkich

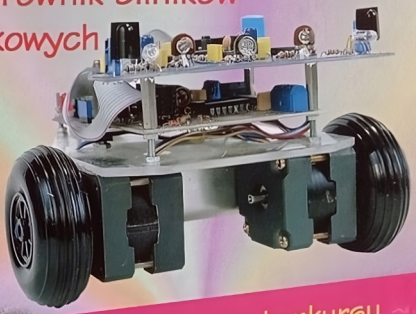
▼ Ultraniskoszumny przedwzmacniacz



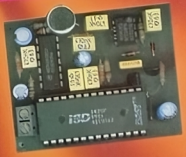
▼ Wykrywacz kłamstw

▼ Bajeczki komputerowe

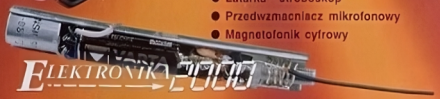
Sterownik silników krokowych



Rozwiązanie konkursu Tik - Tak



- Prosty mikrofon bezprzewodowy
- Latarka - stroboskop
- Przedwzmacniacz mikrofonowy
- Magnetofonik cyfrowy



ELEKTRONIKA DLA WSZYSTKICH

INDEKS 333 02X ISSN 1425-1000

W rubryce "Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt między redakcją, a Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią "Poczty" jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego - rubryka "Errare humanum est" (w tym numerze errata na str. 12). Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.
Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.
Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy Wiesława Grzywacza z Białej, Waldemara Rogowskiego z Sieradza, Pawła Leńczuka z Malborka, Piotra Koniecznego z Poznania, Marka Długosza z Dębicy, Marka Packa z Lubartowa, Michała Walczyka z Radomia, Piotra Eggerta z Malborka, Artura Olescha z Mysłowic, Macieja Kretkiewicza z Warszawy, Marka z Tarnobrzegu, Rafała Wróbla ze Sławna.

Errare humanum est. Informacje o błędach zauważonych w EdW 7 i 8/96 przysłali: Zbigniew Żarczyński, Piotr Lelito, Ireneusz Węglowski, Stanisław Szymczyk, Artur Steciuk, Paweł Szyiński, Michał Statkiewicz, Marcin Wiązania, Adam Teżyk, Krzysztof Wilkosz, Piotr Konieczny, Maciej Sochaczewski, Wojciech Matczak, Grzegorz Cipora, Mariusz Boguszewski, Paweł Głogowski, Arkadiusz Greniuk, Tomasz Gajda, Adam Tabaka, Kacper Cybuch.
Uwaga! "Odkrycia" do erraty, dotyczące bieżącego numeru, przysyłajcie najpóźniej do końca miesiąca. Uwagi nadesłane później nie zostaną uwzględnione w najbliższym wydaniu EdW, a jak zauważyliście, errata pojawia się możliwie najszybciej, to znaczy już dwa miesiące po danym numerze. Errata na str. 12.

Ciekawymi spostrzeżeniami na temat rubryki "Errare humanum est" podzielił się **Jerzy Guryl**: *(...) EdW pięknieje nam z każdym miesiącem, a ja osobiście - jeszcze nie raz - mam nadzieję pochwalić "dzielnego chochlika" za czynny udział w mej edukacji.*
Wszak każdy wychwycony przez nas, uczniów, błąd świadczy o tym, że pismo spełnia swoją rolę, a my rośniemy w dumę - bo jednak już trochę umiemy!
Przedstawione wnioski bardzo nas cieszą - to dodatkowa funkcja tej rubryki. My powołaliśmy ją do życia, bo po prostu chcieliśmy być w stosunku do Was uczciwi, a teraz będziemy się zastanawiać, czy przypadkiem nie wprowadzić świadomie jednego, czy dwóch błędów, abyście je odnaleźli... A Autor listu bez losowania otrzymuje upominek.

- Wszystkie archiwalne numery EdW są do nabycia drogą przedpłaty (szczegóły na str. 74).
- Wciąż otrzymujemy interesujące listy na temat sposobu wykonywania płytek drukowanych. W jednym z następnych numerów poświęcimy temu tematowi łamy Forum.
- Nie możemy udzielić konkretnych rad na temat doboru anten TV, ponieważ dobry odbiór zależy od wielu czynników - w tej sprawie należy się zwracać do lokalnych instalatorów anten.
- Układ scalony UL1111 ma odpowiednik zagraniczny, wywodzi się, o ile pamięć nas nie zawodzi, bodaj z firmy RCA. Na świecie produkuje się także kilka innych układów scalonych, które składają się z oddzielnych tranzystorów - nie są one jednak zbyt popularne. Poza tym ich cena jest nieporównanie wyższa od układu krajowego. W miarę możliwości należy więc stosować pojedyncze tranzystory. Jedynie w układach, gdzie trzeba stosować tranzystory o identycznych charakterystykach, uzasadnione jest "polowanie" na takie egzotyczne elementy. Znakomite pary i czwórki naprawdę jednakowych tranzystorów o wręcz zadziwiających parametrach (szumy, wzmocnienie, rezystancja bazy) produkuje firma PMI (obecnie Analog Devices). Są one dostępne w kraju i możemy je bliżej zaprezentować na łamach EdW.
- Jak odróżnić rezystor od dławika? Najprościej zmierzyć omomierzem rezystancję i porównać z wartością kodowaną kolorowymi paskami - kod barwny jest taki sam, jak dla rezystorów, wartość indukcyjności podawana jest w mikrohenrach. Dławiki mają rezystancję rzędu 1W lub mniej.
  Dławiki o kształcie rezystorów są grubsze.
  Dławiki zwykle mają tolerancję 20%, a rezystorów 20-procentowych praktycznie się już nie spotyka.
- Na razie nie będziemy udzielać szczegółowych odpowiedzi na tematy "mikroprocesorowe". Elektronika dla Wszystkich dogłębnie i przystępnie zajmie się niebawem i tą dziedziną, ale wszystko musi odbywać się stopniowo. Wykażcie troszkę cierpliwości.
- Proponowane tematy: domowa centrala telefoniczna na sześć numerów z wyjściem na miasto, projektowanie transformatorów trójfazowych, czy układ falownika do płynnej regulacji prędkości obrotowej silnika 3-fazowego są, naszym zdaniem, zbyt drogie i zbyt trudne do wykonania dla ogromnej większości naszych Czytelników.
- Napłynęły listy z prośbami dotyczącymi prac dyplomowych. Jesteśmy gotowi pomóc, ale nie indywidualnie. Nie będziemy wysyłać schematów, ani projektować układów dla poszczególnych osób. Możemy zaprezentować na łamach EdW wszystko, co interesuje większe grono naszych Czytelników. Ale miejcie świadomość, że opracowanie sensownego układu elektronicznego i przetestowanie go trwa kilka miesięcy, tak samo jak napisanie dobrego artykułu oświatowego. Spróbujemy pomóc, jeśli odpowiednio wcześniej przedstawicie, jakiego typu informacje czy układy byłyby pomocne.
- Pojawiły się pytania dotyczące baterii słonecznych i ich praktycznego wykorzystania. Nie znamy źródeł zakupu takich baterii po cenach dostępnych dla naszych Czytelników, dlatego nie poruszaliśmy tego ciekawego tematu. A może ktoś z Was ma jakieś doświadczenia w tym zakresie? Chętnie opublikujemy informacje o wykorzystaniu wszelkich alternatywnych źródeł energii.
- Będziemy się też nadal zajmować wzmacniaczami operacyjnymi.
- **Stanisław Szymczyk** prosi o wszelkie informacje na temat wykorzystania sieci 220V w roli anteny (z uwzględnieniem bezpieczeństwa i skuteczności). Czy ktoś z Czytelników ma jakieś praktyczne informacje na ten temat?

Grzegorz Plichta z Tomaszowa Maz. przysłał ciekawy list z uwagami na temat treści EdW. Przedstawione propozycje będziemy stopniowo realizować. A jeśli chodzi o przystawki do miernika uniwersalnego, to jest to rzeczywiście ważny, a dotychczas pomijany temat. Może na początek damy szansę Wam, Czytelnikom. **Kto ma sprawdzone układy przystawek do miernika uniwersalnego, może zaprezentować je publicznie w ramach Forum Czytelników** (ale nie rozwiązania papierowe, tylko opisy modelu ze zdjęciami). Jeśli w najbliższych dwóch miesiącach nie otrzymamy od Was sensownych propozycji, sami zajmiemy się tym tematem.

Łukasz Szymczak z Barlinka pisze: *Mam do Was wielką prośbę! Od dzieciństwa jestem zapalonym wędkarzem i prosiłbym abyście opublikowali schemat echosondy mogącej wykrywać pojedyncze ryby, lub ich ławice i pokazywać to na ekranie lub wyświetlaczu LCD. Na wyświetlaczu tym mogłoby być pokazane również ukształtowanie terenu i głębokość, na jakiej te ryby pływają.*
Obawiamy się, że Łukasz długo będzie czekał na spełnienie tej prośby, bo zadanie jest bardzo trudne. Ale temat wędkarsko-rybacki przewija się w wielu listach. Czekamy na listy: co elektronicy mogą zaoferować wędkarzom? A może macie jakieś doświadczenia w tym zakresie? Jakie urządzenia elektroniczne (ale mniej skomplikowane niż echosonda), możliwe do wykonania przez średnio zaawansowanego elektronika, przydałyby się wędkarzom?

Cd. na str. 32

Cd. ze str. 6

Piotr Lelito z Opola poruszył kilka spraw, niektóre już były sygnalizowane w Poczcie. Między innymi pisze: *Ostatnio dostałem katalog firmy P... z W..., lecz słyszałem dużo złego o firmie p. mgr. M... Pytam, czy waszym zdaniem warto zamawiać cokolwiek w tej firmie? Proszę o szczerą i obiektywną odpowiedź.*
Piotrze! Nie możemy dać Ci żadnej odpowiedzi, bo niczego tam nie kupujemy. W EP3/95 był zamieszczony list oburzonego klienta tej firmy. Temat rzeczywiście jest poważny i bolesny - dość często otrzymujemy podobne listy ze skargami czy ostrzeżeniami o oszustach. Nie widzimy tu swojej roli (nie możemy sprawdzać rzetelności ofert publikowanych w prasie elektronicznej), moglibyśmy jedynie publikować wasze opinie, oczywiście z podaniem nazwiska i adresu naciągniętej osoby (aby uniknąć fałszywych oskarżeń). W ten sposób dostępna byłaby informacja, gdzie nie kupować. Ale Piotr idzie dalej. Pyta: *czy moglibyście zamieszczać w EdW rubrykę STOP! OKAZJA?* Tu wchodzimy w dziedzinę handlu i reklamy. Jeśli chodzi o EdW, to przy mniej więcej dwumiesięcznym cyklu wydawniczym trudno byłoby zapewnić bieżącą informację a potem sensowną dystrybucję wysyłkową i w sklepach AVT małych partii tanich elementów. A tanie podzespoły pochodzą z kupowanych od dużych producentów końcówek produkcyjnych albo elementów z demontażu. Nie sposób więc przewidzieć co znajdzie się w ofercie za miesiąc. A dobre i tanie elementy błyskawicznie znikają z półek.
Oczywiście znamy sporo źródeł takich tanich elementów, ale najczęściej nie są to punkty sprzedaży detalicznej. Co robić? Wypada chyba tylko zachęcić sklepy i firmy prowadzące lub gotowe prowadzić, handel detaliczny i wysyłkowy do zareklamowania się na łamach EdW. Jeśli znacie lokalne źródła zakupu tanich elementów, zwróćcie się, żeby ogłosiły się w EdW - reklama w rubryce Rynek i Giełda jest bardzo tania (ok. 2 zł/cm^2), a i warunki prawdziwej pełnokolorowej reklamy są zachęcające. My ze swej strony możemy na podstawie Waszych listów stworzyć krajową mapę takich dobrych źródeł.

Krzysztof Wilkosz z Wrocławia pisze:
Mam 15 lat. Moje spotkanie z elektroniką zaczęło się około 2,5 roku temu. Mimo takiego stażu i usilnych poszukiwań przez dwa lata musiałem korzystać z pism dla profesjonalistów i książek popularnonaukowych, które nie dość, że przestarzałe, to jeszcze bardziej gmatwały moją niewielką wiedzę. Dopiero z EdW mogłem się dowiedzieć wszystkiego od początku. Ale czy na pewno od początku? Wydaje się, że autorzy poszczególnych artykułów nie zwrócili uwagi na fakt, że część (jeśli nie większość) czytelników dopiero z "Listów od Piotra" dowiedziało się, jak działa i jak jest zbudowany kondensator oraz jakie parametry go charakteryzują. Trudno od tak "zielonego" czytelnika wymagać, aby zrozumiał opis działania choćby prostego urządzenia elektronicznego, jeśli nie wie, jak dziala tranzystor czy dioda. W szkole podstawowej poświęca się na wytłumaczenie działania tych dwóch elementów jedną godzinę lekcyjną, więc któż zrozumie ich działanie, jeżeli na dodatek nauczyciel "oświeci" nas wcześniej, że "... w kondensatorze elektrolitycznym elektrolit jest dielektrykiem, ponieważ przewodzi prąd tylko w jedną stronę..." (!) Proponuję, aby na łamach EdW zadomowiła się rubryka, w której w jak najprostszy sposób przedstawiano by działanie jednego z układów proponowanych w numerze, która wprowadziła by "zielonych" czytelników w świat fachowego nazewnictwa. (...)
Co sądzicie o takich "zielonych kartkach" w EdW? Co powinny zawierać?

Cd. na str. 51

Cd. ze str. 36

Paweł Trzópek ze Skrzydlnej pisze:
Jestem początkującym elektronikiem i problem z jakim się do Was zwracam może się wydać prozaiczny. Mianowicie chodzi o tranzystor. Zgodnie z jednym z praw fizyki coś nie może wziąć się z niczego, i wiem, że to także dotyczy tranzystorów. Tranzystor może dać tyle mocy, ile sam pobierze i wszystko było pięknie do czasu gdy przeżyłem szok. Mianowicie chodziło o podniesienie mocy radia CB, którego praca przewidziana była w samochodzie. Moc maksymalna przydzielona przez PAR mogła być większa niż 10W. Zaczęłem próby i po kilku zabiegach otrzymałem 8W. W stopniu końcowym pracował driver BO137 i C2078. Sięgnąłem do katalogu i tu kolejny szok: końcówka C2078 potocznie nazywana dziewięciowatową, moc katalogową miała 4,5W, skąd więc to 9W uzyskane? Kupiłem tranzystor C1969 o mocy 16W, wlutowałem do układu i tu zdumienie moje osiągnęło zenit. Moc wyjściowa wynosiła 7,5-8W! Nie rozumiem tego zjawiska. Mam gorącą prośbę, aby ktoś z Redakcji wytłumaczył to zjawisko.
Mamy tu do czynienia z trzema sprawami.
1. Moc prądu stałego zasilająca stopień końcowy (jest to iloczyn napięcia i prądu zasilającego) - o taką moc (10W) chodzi w zezwoleniu PAR.
2. Moc wyjściowa w.cz. (tak zwana moc w antenie) - zawsze jest ona mniejsza od mocy prądu stałego, zasilającej stopień końcowy o moc strat w tranzystorze i innych elementach układu. Jest to zmierzona przez Autora moc około 8W.
2. Katalogowa moc strat tranzystora - nie jest to wcale maksymalna moc wyjściowa w.cz, tylko właśnie maksymalna moc strat cieplnych. Ponieważ stopnie końcowe nadajników pracują zwykle w klasie C lub B, uzyskuje się stosunkowo wysoką sprawność rzędu kilkudziesięciu procent. Dlatego tranzystor o katalogowej mocy strat 4,5W, bez obaw może pracować w stopniu końcowym nadajnika pobierającego, powiedzmy 10W mocy zasilania, a oddającego 8W mocy w.cz do anteny. Tu nie ma żadnych czarów - w tym stopniu (głównie w tranzystorze) wydzieli się w postaci ciepła tylko 2W mocy strat.
Natomiast jeśli chodzi o wzmocnienie mocy, to niewiele zależy ono od tranzystora - głównie decydują o tym właśnie elementy bierne LC i wartość napięcia zasilającego. Chodzi o tak zwane dopasowanie impedancji wejściowej i wyjściowej. Przecież obwód kolektorowy tranzystor jest swego rodzaju źródłem prądowym i o oddawanej mocy decyduje rezystancja obciążenia, widziana od strony kolektora tranzystora. A trzeba wiedzieć, że obwód dopasowujący (zwykle obwód typu p) musi być dostrojony do rezonansu i jednocześnie transformować impedancję anteny na odpowiednią rezystancję obciążenia kolektora. Przy stałym napięciu zasilania i z tym samym wyjściowym obwodem dopasowującym, zmiana tranzystora nic nie da, bo rezystancja obciążenia kolektora nie zmienia się.
Ponadto, jeśli nawet dany stopień mógłby pracować z mocą oddawaną do anteny, powiedzmy 20W, to nie można uzyskać tej mocy, jeśli na wejście poda się sygnał w.cz. o mocy powiedzmy 50mW. Trzeba tu wziąć pod uwagę wzmocnienie mocy. Gdy jest ono równe, na przykład 10dB (czyli 10 razy), to dla uzyskania w antenie 20W, trzeba podać na wejście tego stopnia sygnał o mocy 2W.
Uczulamy jednak naszych Czytelników na sprawę tzw. "dopałek". Zgodnie z przepisami wszystkie takie urządzenia muszą mieć homologację PAR. Nie chodzi tylko o suchy przepis, ale i o fakt, że często takie niedopracowane dopałki naprawdę zatruwają życie współużytkownikom eteru.

Cd. na str. 57

Michał Zajączkowski z Wrocławia przesłał pocztą elektroniczną następujący list:
Witam całą redakcję EdW i jako kolejna osoba składam gratulacje z powodu stworzenia takiego pisma. Mam 16 lat, w elektronice do tej pory poruszałem się po omacku - zrobiłem układ, ale pod dyktando opisu, a poza tym nie miałem pojęcia, jak on działa. Wasze pismo nauczyło mnie czegoś: prawidłowo zmontowany układ musi działać. Każdy błąd da się odnaleźć i usunąć. Co prawda nie dysponuję dużym laboratorium - jeden miernik uniwersalny, ale też, do tej pory nic "dużego", co wymagałoby lepszego sprzętu, nie zrobiłem.
Mam jednak kilka uwag do EdW.
Powinniście też uczyć elektroniki jako takiej, a nie tylko zabawy z układami cyfrowymi. Myślę tu o różnych dławikach, mostkach i sam nie wiem, czym jeszcze. Dla mnie w dalszym ciągu są to czary.
Wyjaśniajcie trudne terminy, np. co to jest impedancja?
Poza tym mam do redakcji dwie prośby:
- czy istnieje jakaś kostka spełniająca funkcję zegara z dwoma alarmami?
jeśli tak, to bardzo proszę o nazwę i schemat wyprowadzeń.
- czy moglibyście zamieścić w piśmie schemat, bądź też wspomnieć samą ideę działania pH-metru?
Cieszymy się, że Waszym zdaniem, pomału "odczarowujemy" elektronikę. My, redaktorzy EdW znamy wspomniany problem od podszewki, bo wychowaliśmy się na literaturze, w której aż roiło się od błędnych schematów, mętnych opisów i wyjaśnień. Wiemy, że często publikowano układy, które wcześniej nie zostały wykonane ani sprawdzone. Rzeczywiście, wkładamy dużo wysiłku w przygotowanie i gruntowne przetestowanie opisywanych układów. Jest to zasługa autorów projektów, którzy są zobowiązani przedstawić działający model. Jednak żaden układ nie trafi na łamy EdW, jeśli nie zostanie dokładnie sprawdzony w laboratorium działającym pod kierownictwem naszego redakcyjnego kolegi, Sławka Surowińskiego.
Odnośnie "elektroniki jako takiej", mamy głębokie przekonanie, że najlepszą formą nauki jest eksperyment. A teorię, definicje i wzory znajdziecie w opasłych (i zwykle nudnych) książkach. My będziemy przedstawiać tylko te sprawy, które rzeczywiście w podręcznikach są przedstawiane w sposób zawikłany i nieprzystępny. Przykładem są elementy indukcyjne. Redaktor Piotr Górecki wkrótce poświęci temu zagadnieniu kilka swoich Listów.
Kostka zegara z dwoma alarmami to np. LM8364 firmy Sanyo. Zegar z jej wykorzystaniem przedstawimy w jednym z najbliższych numerów EdW.
Według naszej wiedzy, całą tajemnicą pH-metru jest czujnik, który wytwarza napięcie zależne od pH środowiska. Ponieważ czujnik taki ma ogromną rezystancję wewnętrzną, pewną trudnością było dotychczas wykonanie wzmacniacza pomiarowego, który musi mieć bardzo mały prąd polaryzacji wejść. Przy użyciu współczesnych wzmacniaczy operacyjnych najlepszych firm nie jest to już większym problemem. Jeśli ktoś zna bliżej temat czujników do pH-metrów, prosimy o listy. Chętnie je opublikujemy.

Michał Statkiewicz z Krasnołęki pisze:
Szanowna Redakcjo EdW!
Bardzo podoba mi się Wasze pismo i sposób w jaki się w nim traktuje elektronikę. Podoba mi się to, że tak wielki wpływ na postać EdW mają sami Czytelnicy, jak również to, że z podniesionym czołem przyznajecie się do błędów, które od czasu do czasu wkradają się mimo naszej i Waszej woli. (...)
Bardzo cieszy mnie Wasze podejście do spraw bezpieczeństwa podczas przeprowadzania eksperymentów.
Z wykształcenia jestem elektrykiem, posiadam uprawnienia SEP i doskonale zdaję sobie sprawę z konieczności zachowania środków ostrożności podczas pracy. Mam sporą praktykę w budowaniu urządzeń elektronicznych, ale bardzo niewielką w samodzielnym ich projektowaniu, a więc cała nadzieja w "Systemie projektowania modułowego".

Cd. ze str. 51

Na koniec list **Grzegorza Waruszewskiego** ze Świedziebni:

Szanowna Redakcjo!

Z pewnym zdziwieniem przeczytałem w sierpniowym numerze Waszego pisma, a dokładniej w recenzji red. Piotra Góreckiego, że prawo Ohma jest słuszne zawsze i wszędzie. Jest nieco inaczej. Zastanówmy się najpierw jaka jest treść tego prawa. Najprościej można powiedzieć, że natężenie prądu w przewodniku jest wprost proporcjonalne do napięcia między jego końcami. Nie jest to sformułowanie pochodzące od odkrywcy prawa (Ohm stwierdził proporcjonalność napięcia do natężenia), ale całkowicie równoważne. Inny sposób przedstawienia tego prawa polega na wcześniejszym zdefiniowaniu oporu jako wielkości pomocniczej. Nie od rzeczy będzie dodać, że definiowanie wielkości nie podlega żadnym ograniczeniom, mogę sobie definiować współczynnik X dla człowieka jako masę ciała w kilogramach podzieloną przez ilość liter w nazwisku i definicja będzie poprawna, chociaż jakby trochę bezużyteczna. A więc opór elektryczny jest to stosunek napięcia między końcami przewodnika do natężenia płynącego w tym przewodniku prądu. Ale to nie jest prawo Ohma! Jest to jedynie pomocnicza definicja, a treść prawa zawarta jest w następującym po niej stwierdzeniu: opór przewodnika jest stały. Dla porządku dodam trzecie sformułowanie: wykresem zależności napięcia od natężenia (lub odwrotnie) dla przewodnika jest linia prosta.

Łatwo zauważyć, że we wszystkich wersjach tego prawa powtarza się słowo przewodnik. Co ono oznacza? Można przyjąć (i tak czyniono), że przewodnik to materiał spełniający prawo Ohma. Wtedy rzeczywiście jest ono słuszne zawsze, podobnie jak masło jest maślane, i nie ma o czy mówić. Jeżeli jednak przyjmiemy bardziej potoczne rozumienie przewodnika jako ciała, które może przewodzić prąd elektryczny, to istnieją takie ciała, dla których prawo Ohma nie jest spełnione. Natomiast stwierdzenie, że dioda nie ma rezystancji, jest oczywiście niepoprawne, rezystancję można obliczyć na podstawie wzoru nawet dla serka topionego. Istotne jest to, że nie jest ona stała, a zmienia się w zależności od przyłożonego napięcia.

Rzeczywiście, elektronicy są tak przywiązani do oporu (no, niech będzie poprawnie, rezystancji) i do prawa Ohma, że używają ich dla elementów tego prawa nie spełniających. Nie jest to specjalnie trudne, ponieważ najbardziej zwariowany wykres zależności natężenia od napięcia rozpatrywany w niewielkim przedziale zmian napięcia jest prawie linią prostą (jeżeli nie jest, to bierzemy mniejszy przedział). Dla tego przedziału prawo Ohma jest słuszne, chociaż ogólnie element mu nie podlega.

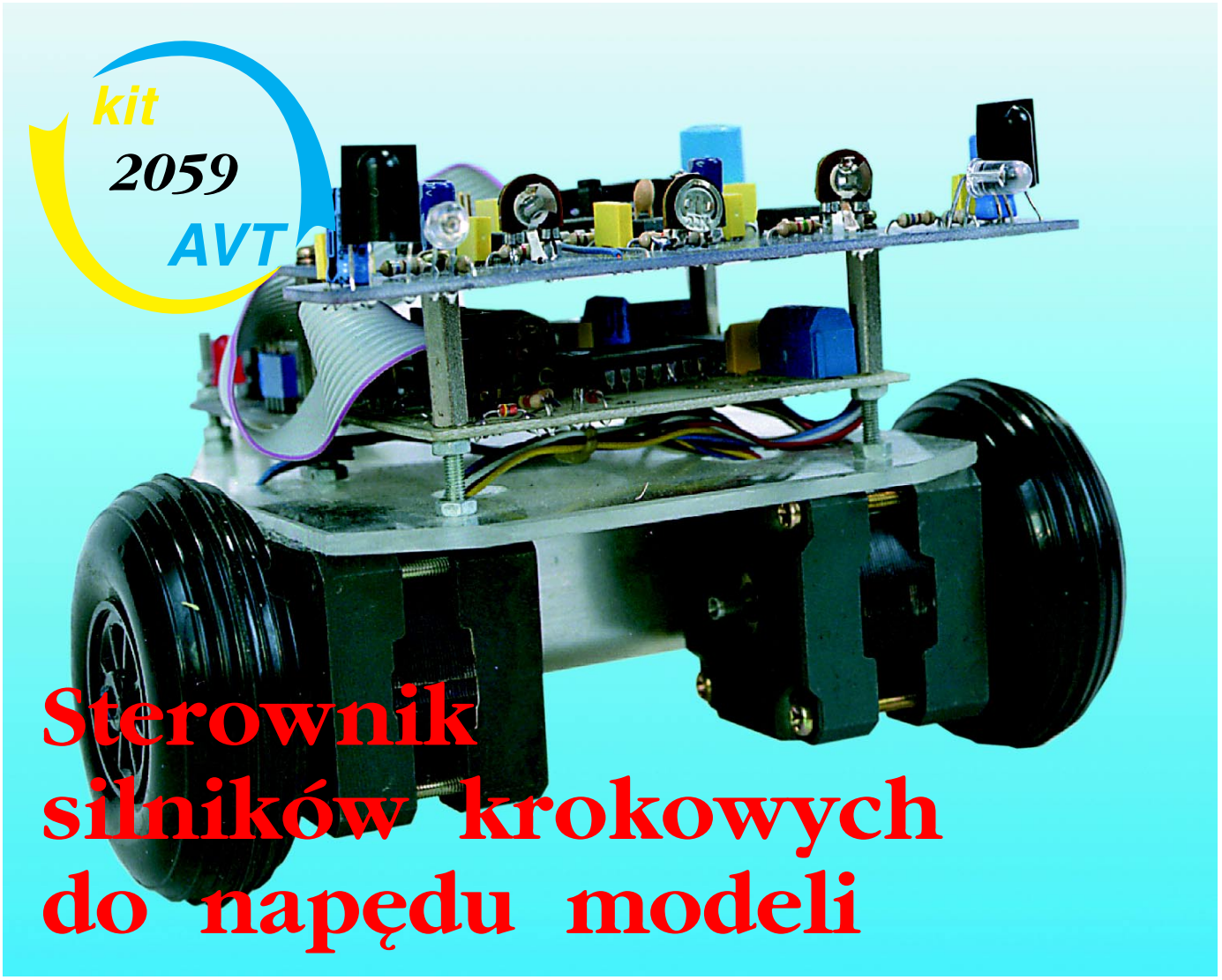
Przepraszam za łopatologiczne tłumaczenie, ale jako nauczyciel mam już takie odchylenie zawodowe. Skoro już napisałem ten list, to poruszę jeszcze jedną denerwującą sprawę dotyczącą pośrednio tego prawa. W wielu publikacjach wyjaśnia się, że zimna żarówka ma mały opór, dlatego żarówki przepalają się w momencie włączenia. Wszystko się zgadza z wyjątkiem słowa "dlatego". Przez zimną żarówkę płynie prąd o dużym natężeniu, ale przecież natężenie nie przepala żarówki, tylko wysoka temperatura włókna, o czym wie każdy, kto widział na końcach takiego włókna stopione kuleczki wolframu. Jednym słowem włókno rozgrzewa się nadmiernie, ponieważ jest zimne. Widywałem logiczniejsze rozumowania.

ERRARE HUMANUM EST

W numerze sierpniowym EdW wytropiliście następujące błędy:

- Na schemacie ideowym "Wyświetlacza głośności" (str. 25 rys. 2) nie zaznaczono połączenia brzęczyka WD1 z masą 0V, a tranzystor TR3 powinien mieć oznaczenie TR1.
- Na stronie 30 na rysunku 1 strzałka w prostowniku D1-D4 powinna być skierowana nie do góry, tylko w prawo.
  Rysunek płytki drukowanej na stronie 46, jak wynika z treści artykułu, to rysunek 3, a nie rysunek 2.
- Na schemacie ideowym grającej pchełki (rys. 1 str. 49) zamieniono oznaczenia tranzystorów T1 i T2.
- W ofercie handlowej na str. 71 błędnie podano, że opis kitu AVT-407 można znaleźć w EdW 5/96 - został on opisany w EdW 7/96.
- "Ekonomiczny tor podczerwieni aktywnej" został opisany w EP 8/95, a nie 9/95, jak podano na stronie 78.
- Na stronie 79 zamieniono fotografie przy pozycjach 8 i 9.

kit 2059 AVT

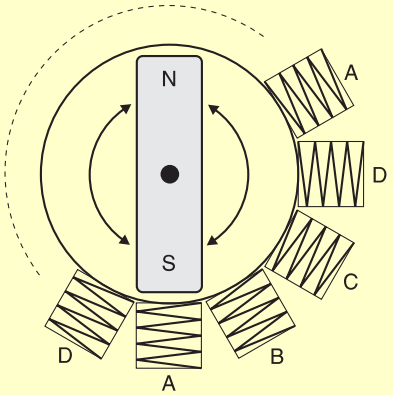


Sterownik silników krokowych do napędu modeli

Ci spośród Czytelników, którzy łaskawie zechcieli przeczytać artykuł na temat programowalnego sterownika do zabawek (AVT-2047) z pewnością byli zawiedzeni brakiem propozycji rozwiązań mechaniki, lecz autor do niedawna nie był całkowicie pewien, czy uda mu się do końca zrealizować swoje plany i czy elektryczny układ napędowy do modeli nie wymagający stosowania przekładni mechanicznej rzeczywiście powstanie. Obecnie stało się to faktem: urządzenie takie zostało skonstruowane, przetestowane i za chwilę jego opis przekażemy Czytelnikom.

Wyjaśnijmy sobie jednak od razu pewne sprawy: pojazd skonstruowany z wykorzystaniem nowego rodzaju napędu nie będzie (jak na razie) przeznaczony do bicia rekordów prędkości w kategorii modeli z napędem elektrycznym. Nie będzie to także (jak na razie) pojazd terenowy, pokonujący z pełnym obciążeniem wszelkie nierówności terenu. Modelarze interesujący się tego rodzaju konstrukcjami od dawna wiedzą, jaki napęd mają zastosować, i mają do dyspozycji silniki elektryczne o mocach setek watów wraz z odpowiednimi przekładniami, wszystko to za odpowiednio wysoką cenę. Natomiast proponowany układ napędowy przeznaczony jest do skonstruowania pojazdu, który "więcej będzie miał w głowie niż w mięśniach". Będzie to ruchoma platforma doświadczalna przeznaczona do przeprowadzania efektownych eksperymentów z różnymi układami sterowania i automatyki. W zamian za rezygnację (jak na razie) z osiągania wielkich prędkości otrzymamy wręcz niewiarygodną precyzję manewrów, bezszelestną pracę układu napędowego i łatwość dołączania do niego dowolnych elektronicznych układów sterujących, poczynając od prostego sterownika "na kablu" a kończąc na sterowaniu za pośrednictwem komputera z obustronnym przesyłaniem informacji. Tak więc rozpoczynamy nowy rozdział w konstruowaniu zabawek edukacyjnych - napęd mechaniczny już mamy!

Tym nowym (w konstrukcjach amatorskich, oczywiście) rodzajem napędu jest silnik skokowy, zwany popularnie krokowym. Jest to urządzenie znane od dawna i powszechnie stosowane. Jeżeli ktoś z Czytelników posiada w domu komputer PC, to jest jednocześnie posiadaczem co najmniej czterech takich silników, stosowanych w napędach dysków twardych i elastycznych. W każdej drukarce, ploterze (to temat na przyszłość - ploter i digitizer amatorski) także znajdują się co najmniej po dwa takie silniki. Stosowanie silników krokowych w konstrukcjach amatorskich było do niedawna ograniczone ich bardzo wysoką ceną. Obecnie, przy masowej produkcji, cena ta znacznie zmalała, a ponadto do naszych celów doskonale nadają się silniki starszej generacji, wycofywane już z pro-



Rys. 1. Zasada działania silnika krokowego.

dukcji, które można nabyć za bezcen na wyprzedażach. Silnikami krokowymi warto się zająć jeszcze z innego powodu. Zdaniem autora jest to bowiem najbardziej przyszłościowy rodzaj napędu wszelkiego rodzaju pojazdów.

Opis układu

Czym właściwie jest taki silnik krokowy i jak działa? Na **rysunku 1** przedstawiono w poglądowy sposób zasadę jego działania. Rysunek ten niewiele ma wspólnego z rzeczywistym wykonaniem silnika i jego zadaniem jest wyłącznie pomoc w zrozumieniu zasady działania silnika krokowego. Rzeczywisty wygląd rozmontowanego silnika krokowego pokazano na fotografii.

Na rysunku wirnik silnika przedstawiono w postaci pojedynczego magnesu, a stojan jako krąg cewek ułożonych wokół niego. Zgodnie z zasadami fizyki przepływ prądu przez pierwszą cewkę spowoduje wytworzenie się wokół niej pola magnetycznego i ustawienie się ruchomego magnesu zgodnie z kierunkiem tego pola. Kolejne włączanie cewek spowoduje obracanie się wirnika z szybkością uzależnioną od częstotliwości przełączania cewek. Już w tym momencie spostrzegamy jedną z najważniejszych zalet silników krokowych: dla silnika takiego nie istnieje pojęcie najmniejszej prędkości obrotowej, przy której jest on jeszcze w stanie osiągnąć sensowny moment obrotowy. Silnik taki może obracać się praktycznie dowolnie wolno, oczywiście skokami (nie zawsze, niektóre nowoczesne sterowniki umożliwiają sterowanie silnika sygnałem sinusoidalnym). Prędkość obrotową takiego silnika możemy łatwo zmieniać i stabilizować z dowolną precyzją za pomocą niezbyt skomplikowanego układu elektronicznego. Dzięki zastosowaniu sterowników elektronicznych, także zmiana kierunku obrotów silnika nie jest problemem - po prostu zmieniamy kierunek cyklicznego włączania prądu płynącego przez kolejne cewki. To co już wiemy o silniku krokowym wystarcza do skonstruowania prostego sterownika i zainstalowania układu w modelu. Z ciekawości i myśląc o kolejnych projektach przeanalizujmy jeszcze dwie sytuacje.

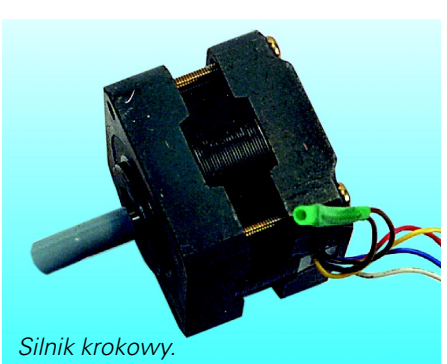
Co się stanie jeżeli prąd będzie płynął jednocześnie przez dwie sąsiadujące ze sobą cewki? To oczywiste: magnes ustawi się dokładnie pomiędzy tymi cewkami. Wynika z tego, że ilość kroków silnika możemy kosztem minimalnej komplikacji układu sterującego dwukrotnie zwiększyć.

Kolejne pytanie: co będzie jeżeli dwie sąsiednie cewki będziemy zasilać prądem o różnej wartości, a konkretnie ciągami impulsów o zróżnicowanym wypełnieniu? I znowu odpowiedź jest prosta: wirnik ustawi się pomiędzy cewkami w odległości proporcjonalnej do średniej wartości prądu płynącego przez każdą z nich. A zatem mamy kolejne spostrzeżenie do wykorzystania w przyszłych konstrukcjach: ilość kroków silnika możemy praktycznie dowolnie zwiększać i ustawiać jego wirnik w dowolnym położeniu z precyzją nieosiągalną dla innych silników.

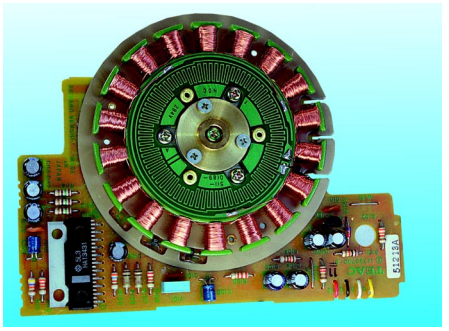
Silnik krokowy może także zostać unieruchomiony w dowolnym kroku przez włączenie zasilania jednej z cewek na stałe. Umożliwia to w zastosowaniu do napędu modeli skuteczne hamowanie pojazdu.

Jeżeli do tych spostrzeżeń dodamy fakt, że silnik krokowy może doskonale pracować "w drugim kierunku", działając jako prądnica i umożliwiając śledzenie jego poruszeń przez układy elektroniczne, to zobaczymy, jak wartościowym urządzeniem może być ten prosty mechanizm. W dodatku jest on praktycznie niezniszczalny, nie posiada bowiem żadnych elementów zużywających się podczas pracy.

Powyższy opis dotyczył silnika krokowego o najprostszej konstrukcji, wyposażonego w cztery uzwojenia. Silniki takie były stosowane w stacjach dysków elastycznych starszej generacji i obecnie są bardzo tanie i w miarę łatwo dostępne. Istnieją także inne typy silników krokowych wyposażonych w dwa uzwoje-



Silnik krokowy.



Silnik krokowy.

nia. Aby taki silnik wprawić w ruch, konieczne jest przełączanie biegunowości zasilania cewek, co w oczywisty sposób zwiększa komplikacje elektronicznego układu sterującego. Ponadto silniki takie, nowocześniejsze i znacznie sprawniejsze, są także znacznie droższe. Do naszej pierwszej konstrukcji i do eksperymentów z silnikami krokowymi wykorzystamy zatem silnik najtańszy i najprostszy. Jest to silnik wykorzystywany do przesuwania głowicy w stacji dysków elastycznych 360kB.

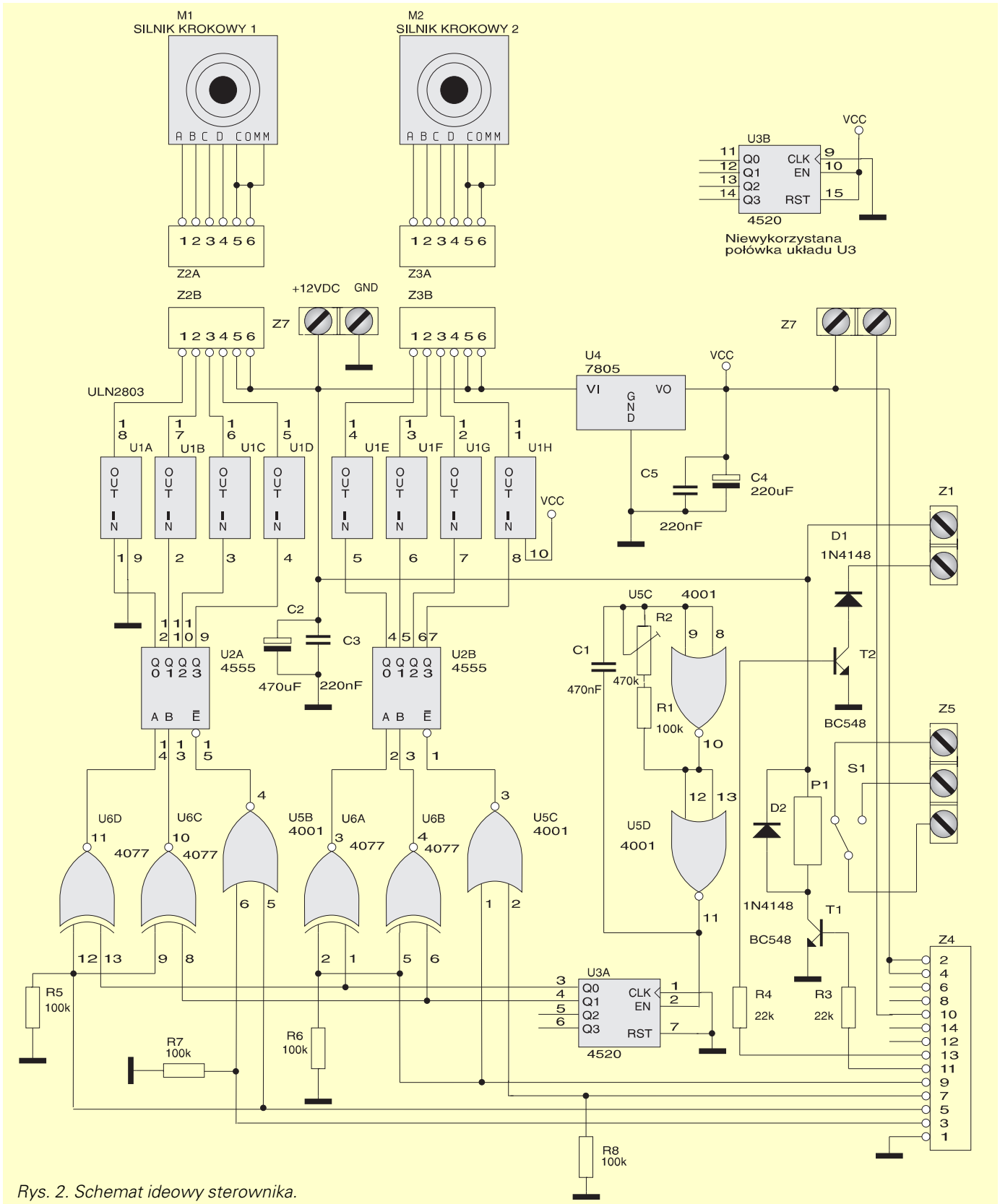
Sterownik silnika

Opracowując sterownik silnika, a właściwie dwóch silników krokowych, postawiliśmy sobie następujące założenia konstrukcyjne:

1. Układ musi umożliwić sterowanie dwoma silnikami krokowymi zapewniając zmianę kierunku ich obrotów i zatrzymywanie. Każdy z silników ma być sterowany niezależnie.
2. W celu uproszczenia układu regulacja prędkości obrotowej może być wspólna dla obu silników.
3. Układ musi współpracować z opisanym uprzednio programatorem do zabawek, umożliwiając stworzenie kompleksowego systemu sterowania modelami pojazdów kołowych.
4. Układ musi być maksymalnie prosty i tani, a jednocześnie posiadać walory edukacyjne.

Schemat proponowanego sterownika przedstawiony został na **rysunku 2**.

Analizę schematu rozpoczniemy "od końca" - od stopnia mocy sterującego silnikami. Jak wiemy, do wprawienia silnika krokowego w ruch potrzebne jest cykliczne włączanie prądu w kolejnych jego uzwojeniach. Jeżeli wiec wspólne końce uzwojeń dołączymy do plusa zasilania, to wolne ich końce muszą być zwierane do mas. Najprościej byłoby wiec użyć odpowiedniej ilości tranzystorów mocy właściwej dla danego typu silnika. Takie rozwiązanie byłoby jednak dość kosztowne i znacznie zwiększyłoby wymiary płytki obwodu drukowanego. Tak więc zastosujemy wprawdzie osiem tranzystorów, osiem rezystorów ograniczających prąd bazy i tyleż diod zabezpie-



Rys. 2. Schemat ideowy sterownika.

czających tranzystory przed przepięciami, ale będą to elementy zawarte w strukturze jednego układu scalonego ULN 2803. Wprawdzie wydajność prądowa tej kostki znacznie przekracza nasze potrzeby, ale od przybytku głowa nie boli, a nasz sterownik będziemy mogli w przyszłości zastosować do zasilania silników większej mocy. Jeden driver - układ ULN2803 zastosujemy do zasilania obydwóch silników. Następnym problemem do rozwiązania było cykliczne podawanie stanu wysokiego na wejścia drivera. Tu rozwiązanie było proste: zastosowaliśmy dwa dekodery binarne "1 z 4" zawarte w strukturze kostki 4555. Podawanie na wejścia tego układu kolejnych liczb binarnych od $0(00_{(BIN)})$do $3\ (11_{(BIN)})$ spowoduje cykliczne przesuwanie się stanu wysokiego na wyjściach $Q_0 \ldots Q_3$ dekodera. Aby uzyskać zmianę kierunku obrotów silnika musimy na wejścia sterujące dekodera podać kody ukazane w **tabeli 1**.

Tab. 1.

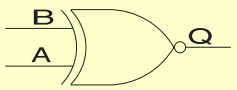
Obroty zgodne z kierunkiem wskazówek zegara				
	Krok 1	Krok 2	Krok 3	Krok 4
A	0	1	0	1
B	0	0	1	1
Obroty przeciwne do kierunku wskazówek zegara				
	Krok 1	Krok 2	Krok 3	Krok 4
A	1	0	1	0
B	1	1	0	0

Łatwo zauważyć, że aby uzyskać zmianę kierunku przesuwania się stanu wysokiego na wyjściach dekodera, wystarczy zanegować sygnał podawany na jego wejścia. No dobrze, ale jak to zrobić? I tu z pomocą przyszedł nam ciekawy i niejednokrotnie bardzo użyteczny element - bramka EXCLUSIVE-NOR. Na **rysunku 3** widzimy symbol tej bramki i odnoszącą się do niej tabelę prawdy, z której wynika, że na wyjściu bramki EXCLUSIVE-NOR stan wysoki występuje wtedy i tylko wtedy kiedy stany logiczne na jej wejściach są sobie równe. Popatrzmy jeszcze chwile na tabelę: w pierwszych dwóch wierszach stan logiczny na wejściu A równy jest 0 a stan wejścia B przenoszony jest na wyjście Q w postaci zanegowanej. W wierszu 2 i 3 tabeli widzimy, że przy stanie wysokim na wejściu A sygnał z wejścia B przenoszony jest na wyjście bramki bez zmian. Zatem mamy element, o jaki nam chodziło: w zależności od stanu jednego z wejść bramka EXCLUSIVE-NOR działa jako inwerter lub przenosi sygnał cyfrowy bez zmian.

Na **rysunku 4** przedstawiono schemat wyodrębnionego zespołu dwóch bramek i tabelę ilustrującą działanie tego układu.

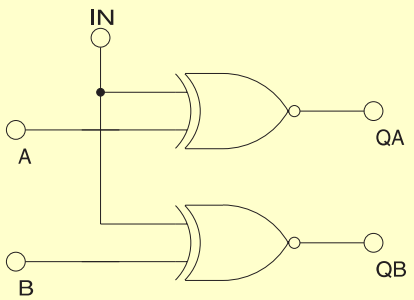
Reszta układu nie wymaga szczegółowego opisu. Licznik binarny U3A (4520) steruje za pośrednictwem opisanego układu bramek zawartych w kostce U5 wejściami dekoderów. Sygnał zegarowy wytwarzany jest przez prosty generator zbudowany na dwóch bramkach NOR: U5D i U5A. Częstotliwość pracy tego generatora możemy w szerokich granicach regulować za pomocą potencjometru montażowego R2. Przekaźnik P1 i tranzystor T2 służą do uruchamiania dodatkowych elementów zamontowanych w modelu.

Napięcia zasilania i wszystkie sygnały sterujące pracą układu zostały doprowadzone do złącza Z4. Kolejność połączeń jest identyczna jak w opisanym uprzednio (EdW 6/96) programowanym sterowniku do zabawek i modeli, co umożliwia współpracę obydwu urządzeń. Złącze to stało się teraz dla nas pewnym standardem, wszystkie układy z serii "robotyki" są wyposażone w identyczne złącza, co zapewnia pełną kompatybilność wszystkich modułów. Do tego złącza można też



A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Rys. 3. Bramka EX-NOR.



Stan licz.			IN=1		IN=0	
	A	B	QA	QB	QA	QB
0	0	0	0	0	1	1
1	0	1	0	1	1	0
2	1	0	1	0	0	1
3	1	1	1	1	0	0

Rys. 4. Zespół bramek EX-NOR.

dołączyć układ klawiatury, także opisany w 6 numerze EdW.

Sprawdźmy jeszcze, czy w naszym układzie wszystko gra. Jako punkt wyjścia przyjmiemy stan spoczynkowy, w którym żaden z silników nie pracuje. Na wejściach sterujących pracą silników (2, 3,4 i 5 na złączu Z4) panuje stan niski wymuszony przez rezystory R5...R8. Jeżeli teraz na wejście układu Z4 2 podamy stan wysoki (np. z programatora AVT-2047) to stan wysoki pojawi się na jednym z wejść bramki U5B. Jest to bramka typu NOR, na której wyjściu stan wysoki istnieje wtedy i tylko wtedy kiedy na obydwóch wejściach mamy stan niski. Tak więc na wyjściu tej bramki zostanie wymuszony stan niski i w konsekwencji uaktywni się dekoder U2A. Stan wysoki z wejścia 2 Z4 przekazany został także na połączone ze sobą wejścia bramek U6A i U6B. Zgodnie z tabelą przedstawioną na rys. 4 stany logiczne z pozostałych wejść tych bramek przenoszone są na wyjścia bez zmian. Do wejść U6A 2 i U6B 6 dołączone są wyjścia licznika binarnego U3A i stany z tych wyjść przekazywane są teraz na wejścia dekodera U2A, który wysterowuje wejścia drivera U1. Uzwojenia silnika są kolejno zwierane do masy i silnik zaczyna obracać się w kierunku zgodnym z wskazówkami zegara (umownie). Jeżeli teraz stan wysoki pojawi się na wejściu 3 Z4 to stan niski z wyjścia bramki U5B także uaktywni dekoder U2A. Natomiast połączone ze sobą wejścia bramek U6A i U6B pozostaną w stanie niskim wymuszonym przez rezystor R5. W konsekwencji tego sygnał z wyjść licznika U3A będzie przekazywany na wejścia dekodera w postaci zanegowanej i silnik będzie się obracał przeciwnie do kierunku wskazówek zegara (oczywiście także umownie).

Efektów uaktywnienia stanem wysokim wejść 4 i 5 Z4 nie ma sensu opisywać, ponieważ będą one identyczne, ale odnoszące się do drugiego silnika.

Układ nie posiada żadnych zabezpieczeń przed omyłkowym włączeniem silnika w obu kierunkach naraz. W przeciwieństwie do sterownika AVT-2047 nie grozi to bowiem żadnymi przykrymi konsekwencjami, a uważni Czytelnicy proszeni są jedynie o przeanalizowanie takiej sytuacji.

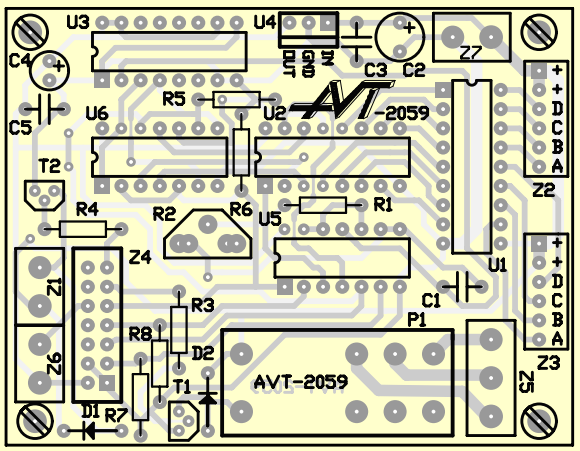
Rola i sposób sterowania przekaźnikiem PK1 i tranzystorem T2 służącymi do włączanie urządzeń dodatkowych w modelu nie wymaga komentarza.

Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przestawia **rysunek 5**. Sposób montażu nie odbiega niczym od montażu wszelkich innych układów elektronicznych i nie ma sensu zbyt się nad nim rozwodzić. Autor przypomina jedynie Czytelnikom o użyteczności podstawek pod układy scalone. Problemy mogą powstać jedynie przy dołączaniu silników krokowych. W większości wypadków, kiedy zastosujemy typowe silniki od stacji dysków 360kB, po prostu wystarczy dołączyć silnik do złącz wykonanych z 6 goldpinów, tak, aby zwarte ze sobą końce jego uzwojeń połączone zostały z plusem zasilania. Jeżeli jednak będziemy mieli silnik, którego układu wyprowadzeń nie znamy, to będziemy musieli za pomocą omomierza ustalić, które końce uzwojeń są ze sobą zwarte i następnie dołączyć je do plusa zasilania. Kolejność uzwojeń trzeba będzie w takim wypadku ustalić doświadczalnie, co możemy uczynić bez obaw o uszkodzenie silnika lub sterownika. Przy nieprawidłowej kolejności dołączenia uzwojeń silnik po prostu się nie obraca, a jedynie wibruje.

Układ sterownika nie wymaga uruchamiania a jedynie prostej regulacji częstotliwości pracy generatora z U5A i U5D, której możemy dokonać za pomocą potencjometru montażowego R2. Jak wiadomo, nie ma żadnych ograniczeń częstotliwości minimalnej. Natomiast przy jej zwiększaniu ponad dopuszczalną granicę silnik zacznie tracić moc, a w skrajnym przypadku zatrzyma się wpadając w wibrację (niegroźne dla silnika).

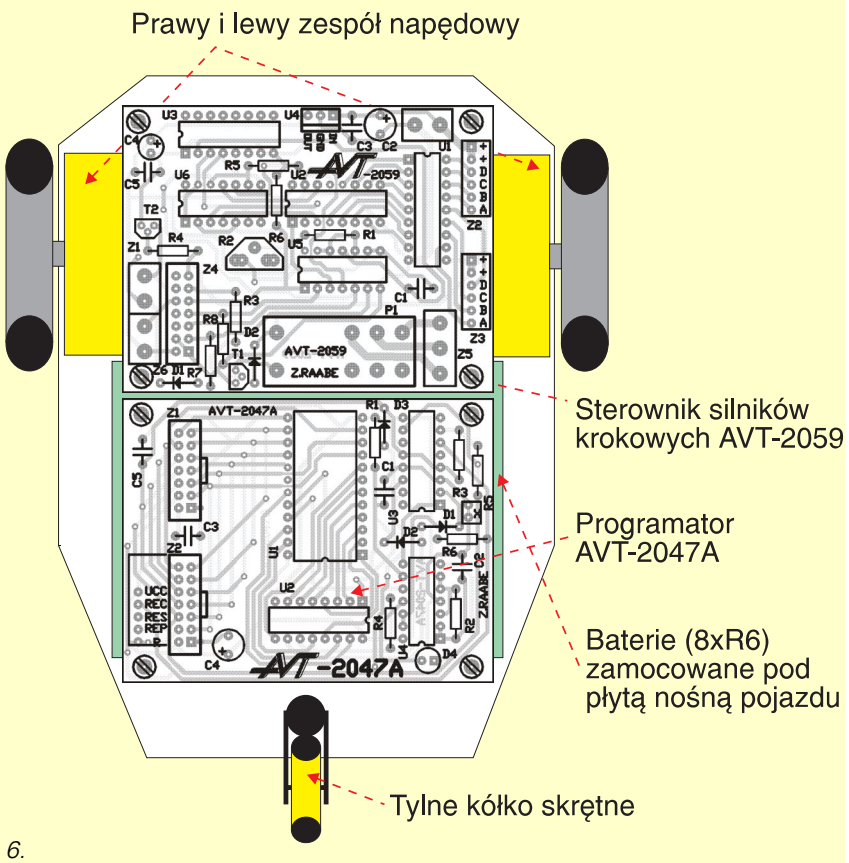
Ostatnia, bardzo ważna i z konieczności skrótowo omówiona sprawa: bu-



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

dowa pojazdu. Tu autor może jedynie sugerować Czytelnikom pewne sprawdzone rozwiązanie. Na fotografiach widać konstrukcję pojazdu zbudowanego przez autora w celu przetestowania możliwości sterownika i przeprowadzania dalszych eksperymentów z naszymi robotami. Ta konstrukcja jest tylko jednym z możliwych rozwiązań, ale zdaniem autora jest to rozwiązanie dość dobre. Jak widać na zdjęciach, nasz pojazd wyróżnia się szczególną szlachetnością linii i nawet najpiękniejsze projekty włoskich stylistów nadwozi samochodowych nie mogą się z nim równać. Ettore Bugatti zaczerwienił się w grobie ze wstydu, Pinofarrina odwrócił oczy... Dość żartów, to nie jest model pojazdu użytkowego, jest to, jak już powiedziano, ruchoma platforma do przeprowadzania eksperymentów w nowo odradzającej się dziedzinie budowy dawno zapomnianych "żółwi elektronicznych" - zabawek, które dały początek jeszcze nie do końca zdefiniowanej dziedzinie techniki: cybernetyce. Przy okazji autor chciałby poruszyć ważną sprawę: Szanowni Koledzy, proszę Was o pomoc: jak dalej ma się rozwijać nasz program budowy zabawek cybernetycznych? Czy mamy konstruować coraz bardziej skomplikowane konstrukcje samodzielnych urządzeń elektronicznych, czy też ograniczyć się do projektowania układów wykonawczych, a całą inteligencję nimi sterującą przenieść do komputera? Mamy już część wspomnianych układów wykonawczych, w przygotowaniu znajdują się kolejne moduły elektroniczne i mechaniczne pełniące rolę czujników analizujących i badających świat wokół naszych "zabawek". Gdzie jednak ulokować "rozum" naszych doświadczalnych konstrukcji? Umieszczenie go w komputerze połączonym z modelem kablem (lub bezprzewodowo) dałoby wręcz nieograniczone możliwości rozbudowy inteligencji systemu, możliwości w zasadzie zależne tylko od inwencji programisty. Nie musiałby to wcale być komputer z Pentium i 32MB RAM. Do naszych celów aż nadto wystarczający byłby staruszek COMMODORE (ogromne możliwości dźwiękowe, doskonały syntetyzator mowy!), Atari lub muzealny PC XT, być może poniewierający się w piwnicach wielu domów. Z kolei umieszczenie inteligencji systemu w nim samym spowodowałoby wzrost kosztów i kiedy doszlibyśmy do budowy samodzielnego systemu mikroprocesorowego, mogłoby się okazać, że wykorzystanie komputera było rozwiązaniem prostszym i tańszym.

Wróćmy jednak jeszcze do naszego pojazdu. Szczegóły jego wykonania widoczne są dobrze na fotografiach i na **rysunku 6**. W egzemplarzu modelowym płyta nośna konstrukcji wykonana zosta-



Rys. 6.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R5, R6, R7, R8: 100kW
R3, R4: 22kW
R2: potencjometr montażowy 470kW

Kondensatory

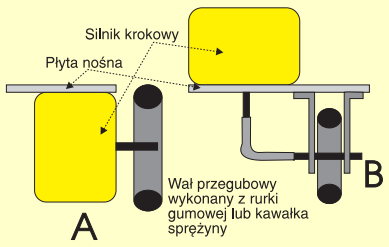
C1: 470nF
C2: 470µF/16V
C3, C5: 220nF
C4: 220µF/16V

Półprzewodniki

D1, D2: 1N4148 lub odpowiednik
T1, T2: BC548 lub odpowiednik
U1: ULN2803
U2: CMOS 4555
U3: CMOS 4520
U4: 7805
U5: CMOS 4001
U6: CMOS 4077

Różne

Z1, Z6, Z7: ARK2
Z2A, Z2B, Z3A, Z3B: złącza 1-rzędowe goldpin po 6 pinów
Z4: złącze goldpin 2x7
Z5: ARK3
PK1: przekaźnik typu RM82-P 12V

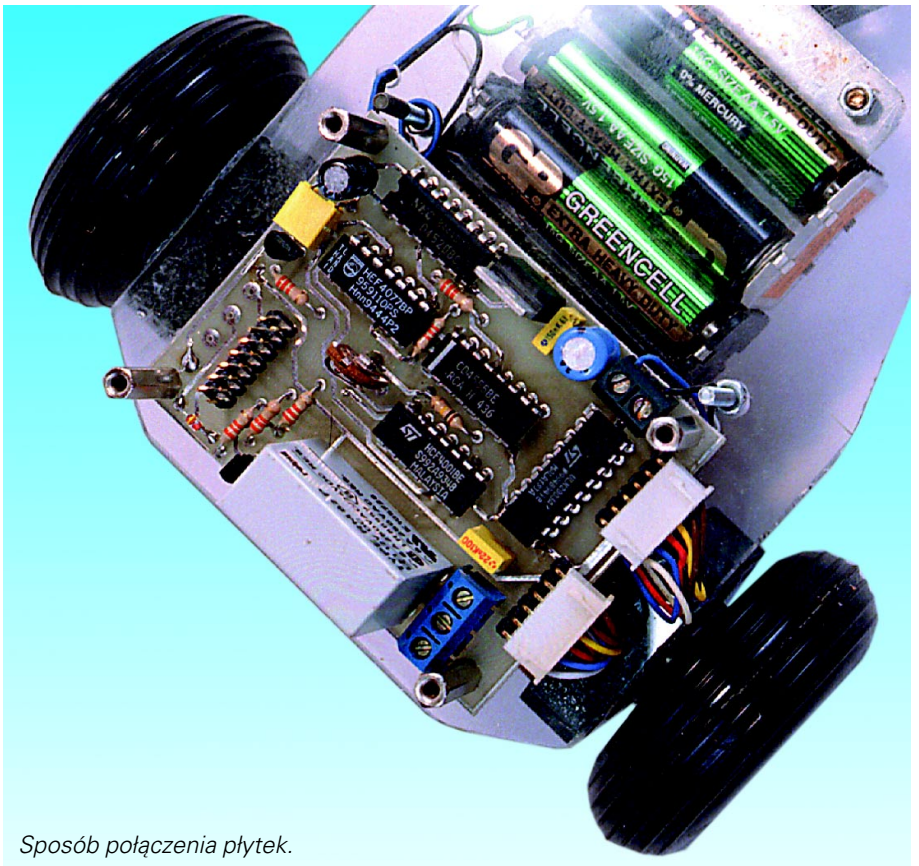


Rys. 7. Sposoby mocowania kół.

ła z plexi o grubości 5mm. Rozwiązanie eleganckie, ale w razie kłopotów ze zdobyciem plexiglasu można zastosować dowolne sztywne tworzywo sztuczne, a w ostateczności nawet sklejkę. Zamocowanie silników jest bardzo proste: wystarczy zastosować metalową obejmę i dwie śrubki M3. Możemy także "pójść na całość" i wzorując się na prototypie silniki po prostu... przykleić do płyty nośnej za pomocą kleju silikonowego. Taki klej (po Dolly Parton największe osiągniecie chemii związków krzemu), ułatwiający wszelkie prace konstrukcyjne, powinien mieć stałe miejsce w pracowni każdego majsterkowicza.

W każdym razie projektując część mechaniczną pojazdu pamiętajmy, że wymiary wszystkich płytek systemu są stałe i że tych płytek jest i będzie coraz więcej. W rozwiązaniu modelowym na płycie nośnej mieszczą się obok siebie dwie płytki, a następne będą mocowane "piętrowo", za pomocą tulejek dystansowych.

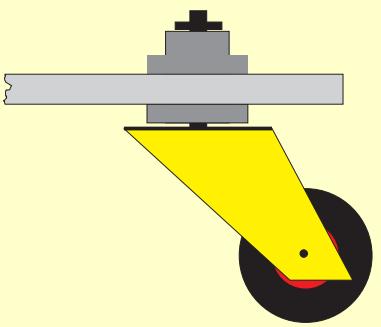
Jeszcze kilka słów o silnikach: ich zamocowanie takie jak na rysunku wymusza zastosowanie kółek o dużej, zawsze nieco większej od wysokości silnika średnicy. Powoduje to zmniejszenie i tak niezbyt wielkiego momentu obrotowego. Dlatego też można rozważyć zamocowanie silnika takie, jak na **rysunku 7**. Rozwiązanie to umożliwia zastosowanie kółek o praktycznie dowolnej średnicy.



Sposób połączenia płytek.

Ostatnią sprawą, którą warto poruszyć, jest wykonanie kółka tylnego. Musi ono być zamocowane podobnie jak koło przednie w rowerze i ważne jest, aby "widelec", w którym zostało umieszczone, obracał się bardzo lekko. W rozwiązaniu modelowym zastosowano ośkę od popsutego potencjometru i obejmę wykonaną ze spiłowanej gałki i kawałków polistyrenu. Jako kółko doskonale może służyć rolka dociskowa od magnetofonu taśmowego. Pewne wskazówki do wykonania tego elementu widzimy na **rysunku 8**.

Zbigniew Raabe



Rys. 8. Wykonanie tylnego koła.

Errare Humanum Est

W numerze sierpniowym EdW wytropiliście następujące błędy:

- Na schemacie ideowym "Wyświetlacza głośności" (str. 25 rys. 2) nie zaznaczono połączenia brzęczyka WD1 z masą 0V, a tranzystor TR3 powinien mieć oznaczenie TR1.
- Na stronie 30 na rysunku 1 strzałka w prostowniku D1-D4 powinna być skierowana nie do góry, tylko w prawo.
  Rysunek płytki drukowanej na stronie 46, jak wynika z treści artykułu, to rysunek 3, a nie rysunek 2.
- Na schemacie ideowym grającej pchełki (rys. 1 str. 49) zamieniono oznaczenia tranzystorów T1 i T2.
- W ofercie handlowej na str. 71 błędnie podano, że opis kitu AVT-407 można znaleźć w EdW 5/96 - został on opisany w EdW 7/96.
- "Ekonomiczny tor podczerwieni aktywnej" został opisany w EP 8/95, a nie 9/95, jak podano na stronie 78.
- Na stronie 79 zamieniono fotografie przy pozycjach 8 i 9.

Elektroniczna ruletka

kit 2115 AVT

Część 2

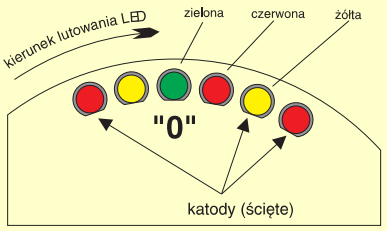
Montaż i uruchomienie

Układ ruletki w całości mieści się na dwustronnej płytce drukowanej, której rozmieszczenie elementów przedstawia **rys. 2**. Tym razem nie publikujemy na wkładce mozaiki ścieżek płytki drukowanej, ponieważ do uruchomienia urządzenia i tak potrzebny jest zaprogramowany układ U1, sprzedawany wyłącznie z płytką. Podczas montażu, oprócz opisu, którego radzimy się Czytelnikom trzymać, pomocne będą zdjęcia zamieszczone w artykule i rysunki dodatkowe. Elementy układu ruletki montowane są z obydwu stron płytki, toteż należy przestrzegać kolejności podczas ich montażu.

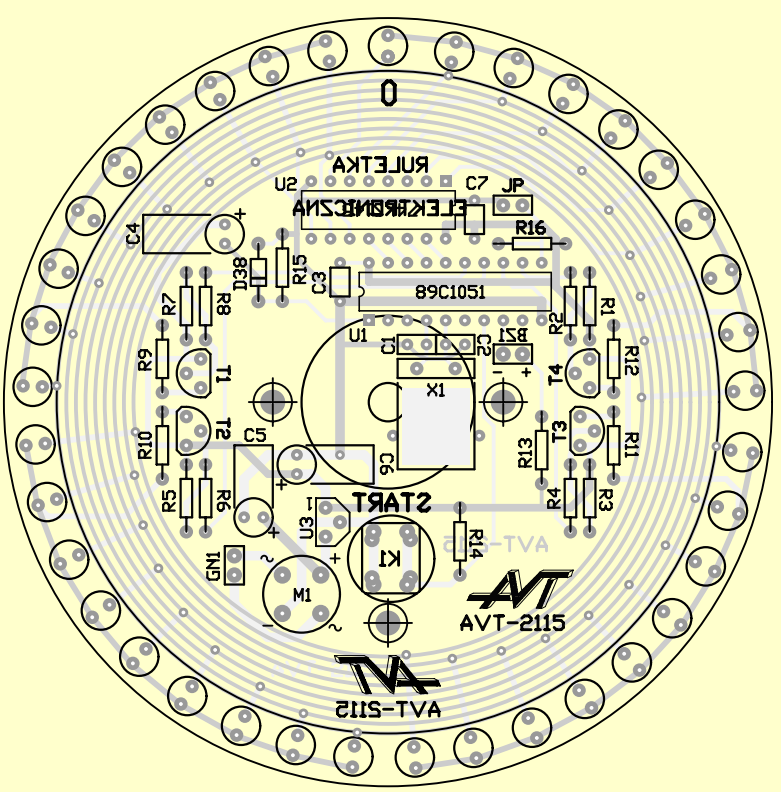
Rozpoczynamy od wlutowania diod świecących LED na obwodzie płytki drukowanej, po stronie na której widnieją ich obrysy. W zestawie AVT-2115 znajdują się trzy komplety diod świecących: czerwone (18 szt.) - symbolizują liczby na czerwonych polach ruletki, żółte (18 szt.) - dla koloru czarnego liczb (niestety diody LED w kolorze czerni nie są dostępne) oraz jedna dioda zielona dla pola oznaczonego cyfra "0". Od niej to należy rozpocząć montaż. Kierunek oraz sposób wlutowania diod wyjaśnia **rys. 3**.

Należy pamiętać przy tym o polaryzacji, pamiętajmy - dłuższa końcówka diody świecącej LED to anoda i należy ją wlutować bliżej krawędzi płytki drukowanej. Po zamontowaniu diody zielonej na polu oznaczonym na płytce jako "0" montujemy diody w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, następna diodą po zielonej jest czerwona, potem żółta, dalej czerwona itd. Kolejność ta jest istotna, bowiem kolor diod musi się zgadzać z planszą do gry oraz maskownicą tarczy, które umieszczono na wkładce w EdW 9/96.

Diody LED powinny znajdować się w odległości około 5...7 mm licząc od powierzchni płytki do kołnierza diody. W celu ułatwienia równego dopasowania wszystkich diod najłatwiej jest wyciąć z kawałka kartonu pasek o takiej szerokości i wsuwać go stopniowo między nóżki właśnie lutowanej diody. *Na początku lutujemy tylko jedno wyprowadzenie każdej diody* (to ważne!), bowiem umożliwi nam to późniejsze wygięcie diod po zamontowaniu wszystkich, tak



Rys. 3. Sposób montażu diod świecących D1...D37.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

aby tworzyły one foremne kółko, jak widać na zdjęciu. Po wyrównaniu wszystkich LED lutujemy ich drugie końcówki.

Jeżeli uporaliśmy się z tym, odwracamy płytkę drukowaną na drugą stronę i przystępujemy do wmontowania pozostałych części. Rozpoczynamy od rezystorów, następnie montujemy diodę D38 (uwaga na polaryzację !), kondensatory C1 i C2, C3 i C7 oraz podstawki pod układy scalone U1 i U2 (uwaga na kierunek!) Przed wlutowaniem kondensatorów elektrolitycznych C4...C6 (polaryzacja!) należy odgiąć ich końce o 90 stopni, a następnie wlutować, tak aby leżały poziomo na powierzchni płytki drukowanej. Podobnie należy postąpić z rezonatorem kwarcowym X1, po wlutowaniu powinien leżeć poziomo. Z dodatkowego kawałka srebrzanki (np. tej pozostałej po montażu rezystorów) wykonujemy obejmę na rezonator i wlutowujemy ją w dodatkowe otwory umieszczone na obwodzie w połowie wysokości obudowy rezonatora. Uniemożliwi to przypadkowe odgięcie tego elementu i złamanie delikatnych końcówek.

Teraz możemy wlutować mostek M1 (polaryzacja!) i tranzystory T1...T4 starając się aby były jak najniżej ponad powierzchnią płytki drukowanej. Na koniec, w zależności od potrzeb, możemy zamontować zworkę JP, o której wspominałem wcześniej.

Po tych czynnościach pozostaje sprawdzenie poprawności montażu, biegunowości i polaryzacji diod i kondensatorów elektrolitycznych, zimnych lutów i usunięcie ewentualnych zwarć na płytce po zakończonym lutowaniu.

Ostatnią czynnością jest przykręcenie głośniczka piezoelektrycznego BZ1 do płytki drukowanej od strony diod LED za pomocą dwóch śrub M2 - używamy do tego celu krótkich podkładek dystansowych o szerokości ok. 3mm. Końcówki BZ1 należy wlutować w odpowiednie otworki na złączu BZ1 (czerwony przewód głośniczka do "+", czarny do "-"). Pozostaje jeszcze zamontowanie włącznika K1, który także montujemy "od frontu" naszej ruletki. Zwolennicy zasilania bateryjnego powinni wlutować także złączkę do baterii 9V (popularną "kijankę").

Teraz można przystąpić do uruchomienia układu. Potrzebny będzie miliamperomierz (z zakresem min. 200mA), woltomierz napięcia stałego (z zakresem 20V), zamiast dwóch ostatnich można oczywiście użyć miernika uniwersalnego. Do zasilenia układu najlepiej użyć na początek nowej baterii 9V, którą podłączamy do złącza GN1 (polaryzacja nieistotna).

Uwaga! Na tym etapie nie należy jeszcze wkładać układów scalonych U1 i U2.

Miernikiem mierzymy napięcie na wyjściu układu stabilizatora U3, powinno wynosić 5,00V (dopuszczalna odchyłka 5%). Jeżeli tak nie jest, należy sprawdzić prawidłowość (kierunek jego montażu). Po upewnieniu się o właściwym zasilaniu całego układu, odłączamy zasilanie i rozładowujemy kondensatory blokujące, poprzez np. chwilowe zwarcie końcówek 20 i 10 podstawki pod układ U1. Następnie wkładamy w podstawki układy scalone U1 i U2 zwracając uwagę na właściwy kierunek. Teraz najważniejszy moment - włączenie zasilania kompletnego układu. Warto przed tym w szereg z baterią podłączyć miliamperomierz. Po załączeniu na chwilę zapali się dioda zielona ("0"), po czym rozpocznie się... część demonstracyjna działania naszej ruletki, czyli wspomniany wcześniej "wodotrysk". Amperomierz powinien wskazać nie więcej niż 50...60 mA. Jeżeli pobór prądu przekracza 100 mA, świadczy to o jakimś zwarciu na płytce drukowanej, które należy odszukać i usunąć.

Jeżeli wszystko przebiegło pomyślnie, a na tarczy naszej gry pojawiło się "demo", to nasza ruletka jest gotowa do pracy.

Obsługa elektronicznej ruletki

Wszystkim Czytelnikom należy się wyjaśnienie dotyczące wspomnianej części demonstracyjnej. Otóż autor stwierdził ponad wszelką wątpliwość, że tak ładne (wizualnie) urządzenie wyposażone aż w 37 różnokolorowych diod LED, poważny układ scalony - mikroprocesor - oprócz standardowej obsługi gry mógłby wykazać się czymś więcej. Czy przypominacie sobie, drodzy Czytelnicy, wszechobecne bilardy elektroniczne lub inne automaty do gry, które podczas nieużywania przez graczy (przy włączonym zasilaniu) migają na wszystkie różne sposoby wszystkim, co maja świecącego, tak aby zwrócić na siebie uwagę i oczywiście zachęcić do gry. Nasze urządzonko oprócz zachęcania do zabawy może posłużyć jako ozdoba ścienna bądź nawet choinkowa, bowiem wierzcie mi na słowo, ono potrafi zapalać po kolei wszystkie 37 diod tak szybko, iż mamy wrażenie efektu "płynącego światła", karuzeli, półksiężyca, i czego tylko nasza wyobraźnia zapragnie.

Program demonstracyjny uruchamia się automatycznie po każdorazowym włączeniu zasilania ruletki, oraz w przypadku gdy użytkownik nie losował przez ostatnie 4 minuty (nie używał przycisku K1), a być może zapomniał wyłączyć urządzenie. Program ten można oczywiście przerwać w każdej chwili naciskając K1, zapala się wtedy dioda zielona, a układ czeka na powtórne naciśnięcie K1 celem rozpoczęcia losowania.

Klawisz K1 spełnia także dodatkową funkcję. Otóż jeżeli denerwuje nas dźwięk wydobywający się z bzyczka, łatwo można go wyłączyć. W tym celu podczas włączania zasilania ruletki należy przytrzymać na chwilę K1, co gwarantuje, że układ nie piśnie ani słowem.

A tak na marginesie, pewnie interesuje Was, na ile losowo wybierana jest liczba w każdym losowaniu. Otóż sposób losowania jest zupełnie przypadkowy, co zapewnia równomierny rozkład losowania każdej z liczb w nieskończonym okresie czasu. Zabrzmiało to trochę jak definicja z matematyki, lecz taka jest prawda, wszakże nie możemy zapominać, że w prawdziwych grach losowych podstawową rzeczą jest przypadek. A swoją drogą, może któryś Czytelnik domyśli się, w jaki sposób realizuje się losową generację wyniku w naszym urządzeniu?

Na koniec pozostaje mi życzyć wszystkim dużo uciechy z użytkowania elektronicznej ruletki oraz wiele wygranych.... oczywiście zapałek.

Sławomir Surowiński

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R3, R5, R7: 3kW
R2, R4, R6, R8: 1kW
R9...R12: 82W
R13, R14, R16: 1kW
R15: 8,2kW

Kondensatory

C1, C2: 30pF
C3, C7: 100nF
C4: 10µF/10V
C5: 220µF/16V
C6: 100µF/10V

Półprzewodniki

U1: zaprogramowany 89C1051 (AVT-2115)
U2: 74LS145
U3: 78L05
T1...T4: BC557
D1...D37: LED 5mm, 1 zielona, 18 żółtych i 18 czerwonych
D38: 1N4148
M1: mostek 1A/50V

Różne

X1: rezonator kwarcowy 6MHz
K1: włącznik chwilowy (miniswitch)
BZ1: głośniczek piezo z generatorem
podstawki DIL20 i DIL14 po 1 szt.
złączka do baterii 6F22 (kijanka)
płytka drukowana AVT-2115 (sprzedawana wyłącznie z zaprogramowanym układem U1, w cenie płytki uwzględniono jego koszt)

Proponowane urządzenie służy do zabawy i prostych eksperymentów psychologicznych. Natomiast jego nazwa nie do końca odpowiada prawdzie. Nic takiego jak wykrywacz kłamstw nie istnieje, a w każdym razie nie jest nim niżej opisany układ. Wykrywaczem kłamstw, i to doskonałym może być zazdrosna żona, lub co jeszcze bardziej dla nas - mężczyzn - niebezpieczne: teściowa. Natomiast w żadnym wypadku nie będzie nim to urządzenie elektroniczne. Proponowany układ wykrywa jedynie zmiany przewodności naskórka badanego człowieka. Tylko to i nic więcej.

"Wykrywacz kłamstw"

Natomiast prawdą jest, że rezystancja naskórka związana jest ze stanem emocjonalnym każdego z nas. Mówimy przecież: "spocił się ze strachu" i, jak autor miał okazję stwierdzić podczas niektórych wypraw w Tatry, jest to święta prawda. Przykład pocenia się ze strachu jest przypadkiem krańcowym i nie jest potrzebne jakiekolwiek urządzenie elektroniczne, aby go stwierdzić. Natomiast nawet niezbyt silne emocje, zarówno pozytywne jak i negatywne, nie wywołują wprawdzie widocznych oznak pocenia się, lecz jedynie drobne zmiany rezystancji skóry, możliwe do zaobserwowania za pomocą specjalistycznej aparatury elektronicznej. W każdym człowieku, wyjąwszy może szczególnie zatwardziałych mitomanów: barona Münchausena i Córeczkę autora, fakt mówienia nieprawdy wywołuje pewne negatywne emocje, których skutki możemy spróbować zmierzyć naszym aparatem. Na niepowodzenie skazane są jedynie próby zbadania kogoś, kto "łże jak pies", ponieważ te sympatyczne czworonogi nie pocą się.

Detektory kłamstwa, te profesjonalne, nieporównanie bardziej rozbudowane od naszego, wywoływały i nadal wywołują wiele emocji i kontrowersji. Ich stosowanie przez policję jest w wielu krajach zakazane, a w wielu dozwolone. O ile jednak autorowi wiadomo, w żadnym państwie rezultaty badań wykrywaczem kłamstw nie mogą być dowodem w sądzie.

Wykrywacze profesjonalne znacznie różnią się od niżej opisanego układu. Przede wszystkim nie działają one wyłącznie na zasadzie pomiaru rezystancji skóry. Te rozbudowane i kosztowne aparaty dokonują skomplikowanych pomiarów także rytmu oddechu, tętna i najprawdopodobniej wielu innych zjawisk zachodzących w organizmie człowieka. Rezultaty tych badań są następnie analizowane przez komputery.

Zostawmy już na boku urządzenia dla zawodowców i zajmijmy się naszym układem, który jest jedynie zabawką, a w najlepszym razie zabawką dydaktyczną.

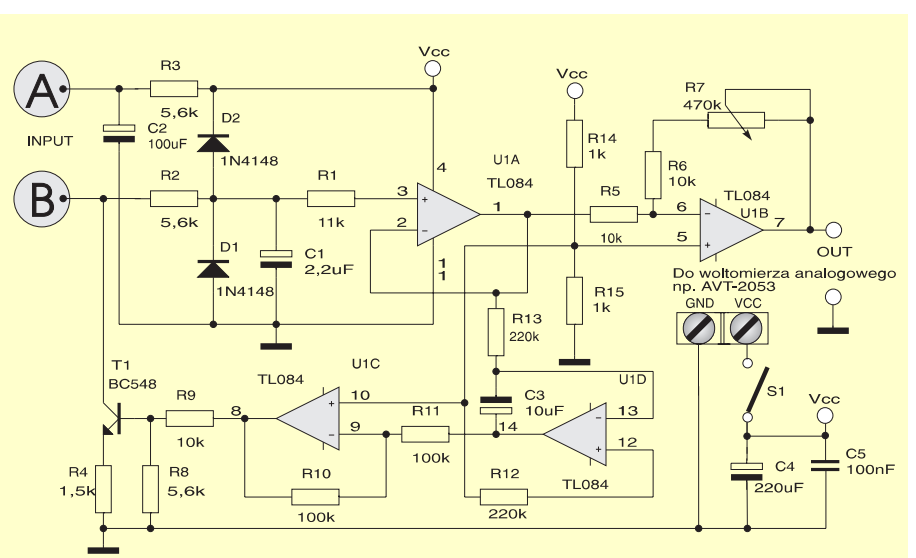
Podczas projektowania układu przyjęto, bardziej intuicyjnie, niż kierując się nieosiągalną literaturą na temat wykrywaczy kłamstw, następujące założenia konstrukcyjne:

1. Urządzenie, które jest jedynie układem eksperymentalnym, musi być proste i tanie. Z tego powodu autor zrezygnował z projektowania części obrazującej wyniki badania. Do tego celu posłuży nam moduł woltomierza analogowego AVT-2053, dołączany do wykrywacza bez potrzeby lutowania.

2. Układ musi "dostosowywać się" do powolnych zmian rezystancji naskórka, a reagować jedynie na relatywnie szybkie zmiany.

3. Ponieważ właściwie nie wiadomo, czy pewne reakcje psychiczne nie powodują wzrostu rezystancji skóry, układ musi obrazować także i takie zmiany.

Urządzenie odpowiadające powyższym założeniom konstrukcyjnym zostało opracowane, wstępnie przetestowane, a teraz przekazujemy jego opis Czytelnikom. Autor uważa za swój moralny obowiązek wspomnieć, że opracowując układ wzorował się na podobnym urządzeniu opisanym w EL Journal. Całkowicie została zmieniona część wyświetlająca wyniki badania, zastosowane zostały inne elementy i ich wartości, ale koncepcja budowy układu pozostała taka sama.



Rys. 1. Schemat ideowy "wykrywacza kłamstw".

Opis działania

Schemat ideowy układu wykrywacza kłamstw przedstawiony został na **rysunku 1**. Jak widać, do budowy urządzenia wykorzystano tylko jeden układ scalony - TL084, zawierający w swojej strukturze cztery uniwersalne wzmacniacze operacyjne.

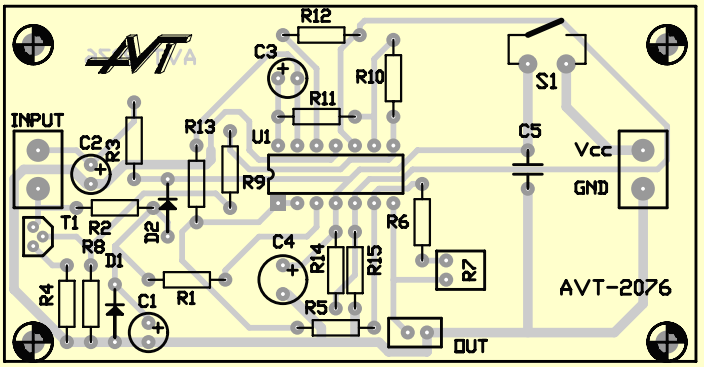
Ważną rolę w układzie pełni jego fragment zrealizowany na wzmacniaczach U1C i U1D. Jak już powiedziano, układ może reagować jedynie na gwałtowne zmiany rezystancji naskórka i dostosowywać się do jej powolnych zmian. Wspomniany fragment układu sprawia, że niezależnie od wartości rezystancji włączonej pomiędzy elektrody pomiarowe napięcie na elektrodzie B zawsze będzie równe napięciu tworzonemu przez dzielnik R14 i R15, czyli połowie napięcia zasilania. Jednak ze względu na obecność pojemności C3 i rezystancji R13 czas ustalania się tego napięcia jest stosunkowo długi i raptowne zmiany oporności skóry badanej osoby będą powodowały zmiany napięcia na wyjściu układu U1A. Zmiany te po wzmocnieniu przez wzmacniacz odwracający zrealizowany na układzie U1B zostają następnie zobrazowane przez dołączony do urządzenia woltomierz. Włączony w obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego tego wzmacniacza potencjometr R7 pozwala w szerokich granicach regulować czułość układu.

Diody D1 i D2 zabezpieczają wejście wzmacniacza operacyjnego przed ewentualnymi przepięciami, które mogłyby przedostać się z elektrod pomiarowych do układu.

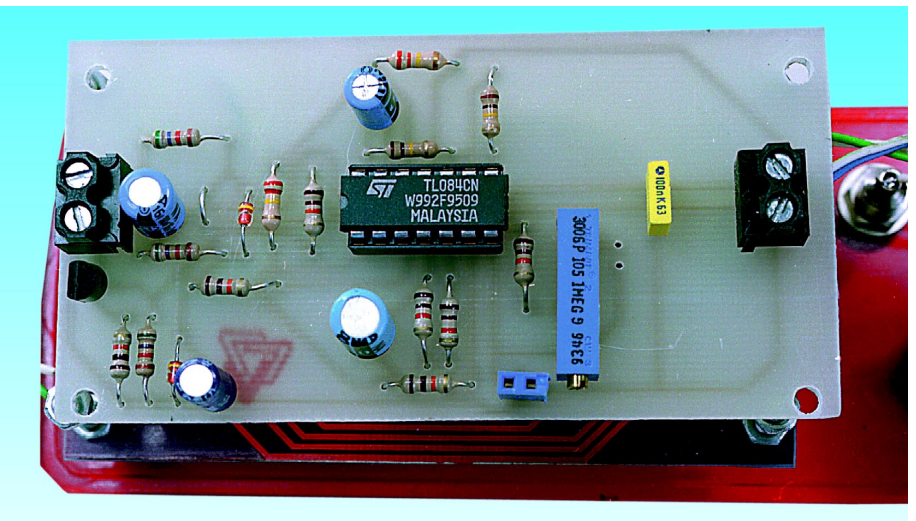
Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 pokazano rozmieszczenie elementów na jednowarstwowej płytce obwodu drukowanego. Uważni Czytelnicy z pewnością zwrócą uwagę na fakt, ze płytka została zaprojektowana "z rozmachem", wyjątkowo nieoszczędnie. Nie jest to jednak tym razem niedbalstwo autora, lecz chęć dostosowania wymiarów płytki wykrywacza do płytki woltomierza AVT-2053. Obie płytki mają identyczne wymiary i identycznie zlokalizowane otwory na śruby mocujące. Pozwoli to na połączenie obu modułów w zwarty pakiet.

Montaż układu przeprowadzamy w sposób typowy, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach. Pod układ scalony warto zastosować podstawkę. Autor proponuje wykorzystać znajdującą się w ofercie handlowej AVT obudowę plastykową typu KM-60 i jednocześnie chciałby się przyznać do pewnego niedociągnięcia w przeszłości. Opisując moduł woltomierza analogowego



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.



AVT-2053 zamieścił w artykule stwierdzenie: "Pomimo usilnych starań autorowi nie udało się znaleźć odpowiedniej obudowy do tego woltomierza". To nieprawda, taka obudową jest właśnie KM-60, tylko tym razem te "usilne starania" wyglądały tak, że "komuś" nie chciało się pójść do magazynu i poszukać! Tak więc w wymienionej wyżej obudowie możemy znakomicie ulokować i sam woltomierz i połączony z nim wykrywacz kłamstw. Jako płytę czołową wykorzystamy pasujący do tej obudowy czerwony (lub zielony, jeżeli takie diody zastosowaliśmy w woltomierzu) filtr. To rozwiązanie ma jedną ogromną zaletę: nie musimy w płycie czołowej wycinać otworu na okienko, przez które moglibyśmy obserwować wskazania woltomierza!

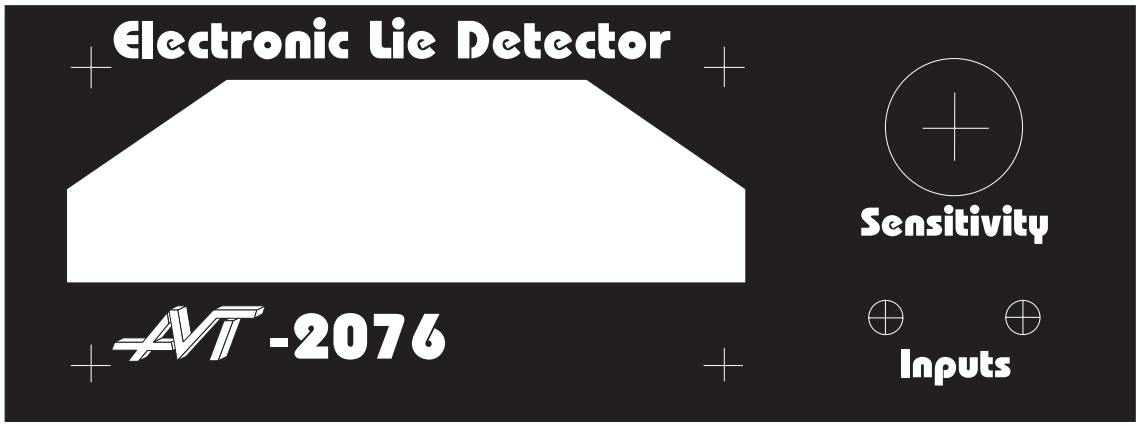
Wracajmy jednak do montażu wykrywacza. Płytkę układu (lub płytkę woltomierza) kładziemy równo na filtrze, który ma być przednią ścianką obudowy. Filtr przewiercamy przez otwór w płytce wiertłem 3mm i następnie skręcamy płytkę z filtrem jedną śrubą. Następnie po dokładnym sprawdzeniu równoległości obydwóch elementów przewiercamy drugi otwór i przykręcamy drugą śrubę. Wiercimy dwa pozostałe otwory i rozkręcamy obydwa elementy. W ten prosty sposób uzyskaliśmy idealne zwymiarowanie otworów pod śruby mocujące. Pozostaje jeszcze tylko przewiercenie w filtrze otworów pod potencjometr, gniazdka do wtyków bananowych i włącznik zasilania (w układzie modelowym wyłącznik umieszczony był na tylnej ściance obudowy).

Obydwa moduły: AVT-2053 i AVT-2076, możemy połączyć z sobą bez konieczności lutowania. W tym celu do wejścia woltomierza przylutowujemy od strony druku dwa goldpiny, a do płytki wykrywacza złącze tulipanowe. Po skręceniu pakietu uzyskamy pewne połączenie elektryczne obydwóch części układu.

Alternatywną metodą wykonania płyty czołowej może być wykorzystanie gotowego wzorca zamieszczonego na **rysunku 3**.

Należy metodą kserograficzną wykonać kopię tego rysunku na przezroczystej folii i korzystając z tak otrzymanej matrycy nawiercić otwory w płycie czołowej. Następnie folię umieszczamy wewnątrz obudowy, przyklejając ją na samych krawędziach do filtru.

Kolejnym problemem z jakim się zetkniemy będzie wykonanie elektrod. Rozwiązaniem optymalnym jest z pewnością zastosowanie gotowych elektrod stosowanych w aparatach do EKG. Ostatnio coraz częściej stosuje się jednorazowe elektrody do EKG, które wyrzuca się po użyciu, a do naszych celów



Rys. 3.

nadają się jeszcze doskonale. W ostateczności elektrody można wykonać z okrągłych kawałków niekorodującej blachy. W układzie modelowym zostały one wykonane z... popsutych przetworników piezo, które nie przeżyły dokonywanych na nich doświadczeń. A może dobre byłyby elektrody w formie pierścionków nakładanych na palce? Dla Czytelników otwiera się tu szerokie pole do eksperymentów.

Układ nie wymaga uruchamiania, a jedynie prostej regulacji woltomierza. Wykorzystujemy moduł AVT-2053 w wersji podstawowej, tj. z dzielnikiem napięciowym 1:10 na wejściu. Jego regulacja będzie polegała na ustawieniu potencjometrem montażowym R2 umieszczonym na płytce woltomierza takiego napięcia odniesienia, aby paliła się środkowa dioda. Regulacji dokonujemy oczywiście po połączeniu obydwóch zmontowanych modułów. Zastosowanie woltomierza AVT-2053 jest najprostszym rozwiązaniem. Dobre rezultaty osiągniemy również z dowolnym innym woltomierzem analogowym lub nawet wskazówkowym miernikiem uniwersalnym.

Do zasilania układu możemy wykorzystywać wyłącznie baterie! W żadnym wypadku nie można stosować zasilaczy sieciowych, a w szczególności wykonanych przez amatorów lub nie posiadających atestu i najwyższej klasy bezpieczeństwa.

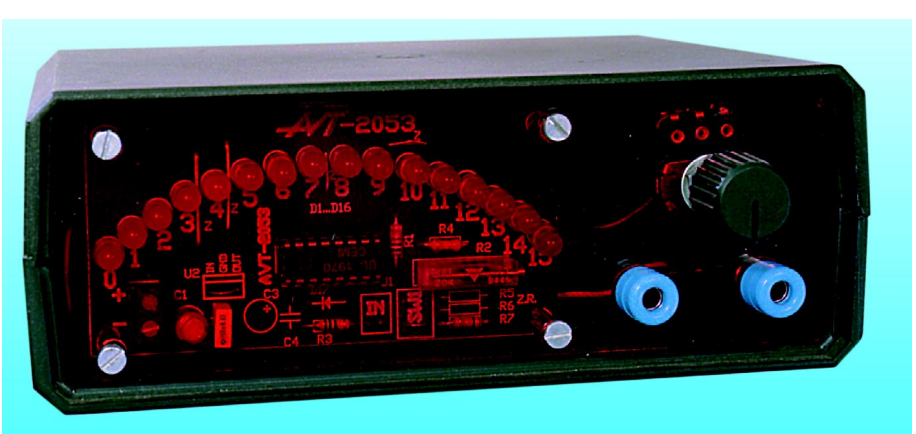
Jak tym urządzeniem należy się posługiwać? Autor może jedynie opisać próby, jakie sam wykonał, zachęcić przyszłych Użytkowników wykrywacza do dalszych doświadczeń i prosić o podzielenie się informacją o ich rezultatach.

Model układu testowany był w następujący sposób: elektrody zostały lekko zwilżone roztworem soli w wodzie i przymocowane plastrem do wewnętrznej strony obu dłoni. Królik doświadczalny, przepraszam, osoba badana, siedziała w fotelu z rękami wygodnie opartymi o stół i została poproszona o nie wykonywanie jakichkolwiek ruchów. Badanemu pokazano kilka kart wybranych z całej talii. Następnie pokazywano mu kolejno różne karty, w tym te już oglądane. Na kolejne pytania, czy widział już tą kartę, badany musiał zawsze odpowiadać przecząco, czyli kilkakrotnie musiał skłamać. Wyniki testów były zróżnicowane. U niektórych osób stwierdzono wyraźny spadek rezystancji naskórka, u dwóch nie stwierdzono większych zmian, natomiast osoby te reagowały na próby rozśmieszania ich. Może to byli właśnie ci patologiczni mitomani?

Układ współpracujący z woltomierzem AVT-2053 powinien być zasilany napięciem stałym z przedziału 10...18VDC.

A teraz bardzo ważna uwaga: do zasilania układu możemy wykorzystywać wyłącznie baterie! Nie ma zresztą żadnego racjonalnego powodu do stosowania zasilania sieciowego: układ pobiera bardzo mało prądu i baterie wystarczą z pewnością na wiele miesięcy zabawy. Dobrym rozwiązaniem może być zastosowania ośmiu bateryjek R-6, zamocowanych w dwóch "koszyczkach", dających napięcie 12V.

Zbigniew Raabe



WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 11kW
R2, R3, R8: 5,6kW
R4: 1,5kW
R5, R6, R9: 10kW
R7: 470kW/A, potencjometr obrotowy
R10, R11: 100kW
R12, R13: 220kW
R15, R14: 1kW

Kondensatory
C1: 2,2µF/16V
C2: 100µF/16V
C3: 10µF/16V
C4: 220µF/16V
C5: 100nF

Półprzewodniki
D2, D1: 1N4148 lub odpowiednik
T1: BC548 lub odpowiednik
U1: TL084

Różne
2 złącza typu ARK2
2 gniazda do wtyków bananowych
S1: przełącznik
2 blaszki na elektrody

FORUM CZYTELNIKÓW

Forum Czytelników ma służyć celom edukacyjnym, wymianie doświadczeń i pomysłów.
Zasady są następujące:
- publikujemy wyłącznie projekty opracowane samodzielnie i nigdzie dotychczas nie publikowane (należy dołączyć stosowne oświadczenie z własnoręcznym podpisem);
- oprócz tekstu i rysunków, prosimy przysłać działający model lub jego fotografie (model odeślemy);
- publikacja projektu nie oznacza jego pozytywnej oceny przez redakcję EdW, lecz stanowi punkt wyjścia do publicznej dyskusji nad proponowanym rozwiązaniem. Etap dyskusji nazywany "Dogrywką", trwa dwa miesiące. W tym czasie oczekujemy nie tylko listów z uwagami krytycznymi, ale przede wszystkim propozycji innych, lepszych rozwiązań (tym razem wystarczy schemat z opisem działania układu);
- nagroda za opublikowany projekt wynosi 100 zł (brutto) za stronę artykułu w EdW. Nagroda nie zostanie przyznana, jeśli "Dogrywka" wykaże, iż projekt stanowi plagiat. Jeśli w "Dogrywce" zostaną zaproponowane lepsze rozwiązania, wówczas część nagrody (w proporcji uznanej przez redakcję EdW) zostanie przyznana autorom lepszych rozwiązań.
Prosimy też o załączenie do projektu fotografii paszportowej i kilku zdań życiorysu.
Prosimy nie przysyłać opisów urządzeń, które powstały tylko na papierze, a nie zostały zrealizowane w praktyce. Znamy się trochę na elektronice i wiemy, że większość takich układów nie będzie działać. Stąd nasza prośba o model lub przynajmniej fotografię modelu.
W tym numerze łamy Forum udostępniamy do publicznej dyskusji i wymiany doświadczeń. Tematem jest wykrywacz kłamstw.

Wykrywacze kłamstw

Przeczytanie ostatniego (6/99) numeru EdW skłoniło mnie do napisania kilku uwag odnośnie wykrywacza kłamstw. Aby wyróżnić się nieco z grona innych czytelników, nie będę wychwalał Was (redagujących pismo) w kilku kolejnych zdaniach, ani super krytycznie ustosunkowywał się do wszystkiego, co zawiera każdy miesięcznik EdW. Myślę, że sam fakt otrzymywania przez Redakcję ton listów o czymś świadczy. Proszę jednocześnie nie traktować moich uwag i sugestii jako zbyt krytycznie (nie miały także być - choć mogą tak zotać odczytane).

Wracając do meritum: zbudowanie wykrywacza kłamstw (czy urządzenie wykrywa kłamstwo? - nie) i prawidłowe jego użycie oraz interpretacja wyników w warunkach amatorskich jest niemożliwa. (...) Możemy jedynie zadowolić się pewnymi namiastkami konstrukcyjnymi i sami, dla podbudowania swego ego, szumnie nazywać je detektorami kłamstw, polygrafami czy też prawdomierzami. Nie chciałbym zostać okrzyczany jako ekspert w tej dziedzinie (bo tak rzeczywiście jest - nie jestem ekspertem), a raczej proszę traktować moje uwagi jako laickie. Moim zdaniem należy wziąć pod uwagę następujące sprawy.

1. Ocena stanu fizjologicznego i psychicznego badanego. Chodzi o sprawdzenie stanu zdrowia - serca, płuc, a także stanu naskórka (elektrody będą raczej zewnętrzne). Zła ocena badanego może doprowadzić do powstania błędu pomiaru określonego jako gruby.

Przy pomiarze rezystancji skóry (naskórek grubości 0,03-0,06mm i skóra właściwa) istotne znaczenie ma kształt i siła docisku elektrody, miejsce przyłożenia na ciele, zawilgocenie, zabrudzenie i uszkodzenie naskórka, grubość tkanki tłuszczowej, ilość gruczołów potnych.

Konieczne jest prowadzenie pewnej systematyzacji pomiaru. U kobiet przyklejamy elektrody np. pod pachą, u mężczyzn na zewnętrznej stronie dłoni. Piaście o delikatnych rękach przykleimy ją na wewnętrznej stronie dłoni, robotnikowi usuwamy zrogowaciały naskórek itd. Są to przykłady abstrakcyjne, ale o coś takiego chodzi w tej systematyzacji. Oceny powinien dokonać fachowiec - fizjolog oraz psycholog. Niestety wymagana jest ocena statystyczna, czyli badania na paru setkach czy tysiącach ludzi i opracowanie uzyskanych wyników. Proces wymagający fachowości i czasochłonny!

2. Poddanie go testom (bez wykrywacza) celem określenia indywidualnych umiejętności sterowania swoimi reakcjami (mówi "nie" choć myśli "tak" i odwrotnie - w jakim stanie fizjologicznym jest organizm badanego w takich przypadkach). Tu nie można żadnych konkretnych pomysłów, ale jestem przekonany o konieczności takiego badania.(...)

3. Prawdomierz musi składać sie z bardzo czułych mierników. Konieczne są pomiary tętna, ciśnienia krwi, rytmu oddechu, rezystancji skóry, zmian powierzchni źrenicy.

Wszystkie te pomiary są skomplikowane (pomiar wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi) i wymagają urządzeń dosyć skomplikowanych, o stabilnych pomiarach, i na pewno nie klasy dokładności 1 czy 0,5. Zatem przyrządy do zestrojenia i kalibracji mierników winny być profesjonalne (czyli bardzo drogie).

Należy też rozważyć kwestię podłączenia do detektora kłamstwa (elektrody, przewody połączeniowe, wyeliminowania czynników zewnętrznych, np. wilgotności czy ciśnienia).

Elektrody powinny mieć odpowiedni kształt, umieszczone powinny być w odpowiednio wybranych miejscach na ciele; tętno mierzone np. jak przy kardiogramie; ciśnienie na łokciu (w okolicach); rytm oddechu na piersiach; rezystancja skóry na dłoniach.

4. Rejestracja wyników pomiaru. Samo badanie polega na zachowanu serii pytań (odpowiedzi "tak", "nie") "obojętnych" (cel: ustalenie norm "niewinności") i wplatanych w nie pytań "istotnych". Konieczny byłby zatem odpowiednio skonstruowany rejestrator graficzny, przynajmniej 4-kanałowy (wielopisakowy o szybki+yrzesuwie taśmy papierowej), zapewniający właściwą jakość zapisu i jego czytelność.

5. Prawidłowo przeprowadzona analiza wyników pomiaru. Z punktu widzenia moralnego ten punkt jest najtrudniejszy do wykonania: jeden czy też wielu ludzi na podstawie zapisu wyników testu mają orzec o winie czy niewinności badanego. Oczywiście przy zabawowym potraktowaniu sprawy ranga tego punktu nieco maleje. (...)

Poza samym pomiarem i czysto mechanicznym zapisem wydaje sie konieczne obserwowanie zachowania badanego, bowiem kłamstwo związane jest z licznymi oznakami fizjologicznymi oprócz w/w: niekontrolowane przełykanie śliny, jakieś tiki nerwowe, zaciskanie szczęki, nawilżanie ust językiem, oraz inne, charakterystyczne dla danego osobnika.

Myślę, że to co napisałem powyżej, nie nastraja zbyt optymistycznie amatora budowy detektora kłamstwa. Aby nie pogrążyć w żalu całkowitym fanów wykonania takiego urządzenia, proponuję inne rozwiązania (częściowe), czyli pomiar jednej z wyżej wymienionych wielkości, do zmierzenia najłatwiejszej, czyli rezystancji skóry. Podobno w zależności od stanu emocjonalnego pod wpływem bodźców rezystancja zmienia się o ±5% po czasie do 3s. Sytuacja jest o tyle prosta, że nie musimy dokonać dokładnego pomiaru, tylko zmierzyć zmiany określonej rezystancji. Sens ma zatem zastosowanie odpowiednio przystosowanego mostka Thomsona. (...)

Ponieważ temat wykrywacza potraktowałem bardzo poglądowo, a zajęło to ogromne ilości papieru, powstrzymuję się od wydawania wniosków, pozostawiając je Redakcji, ewentualnie Czytelnikom.

Krzysztof Ziuzia, Białystok

W sprawie wykrywaczy kłamstw otrzymaliśmy kilka interesujących listów. Większość zawartych w nich informacji powtarza się, okazuje się bowiem, iż dostępna krajowa literatura na ten temat jest więcej niż uboga. List Krzysztofa uznaliśmy za najciekawszy. Publikujemy go z niewielkimi skrótami.

W liście zawarte były także trzy schematy żywcem przerysowane z przedpotopowej literatury (z jednego z pierwszych wydań "Nowoczesnych zabawek" J. Wojciechowskiego). Schematów tych nie warto zamieszczać, bowiem są bardzo niskiego lotu, a podanych tam elementów (tranzystorów ASY35, BF521) od dawna nigdzie się już nie stosuje. Ponadto sama idea pomiaru jest zbyt prosta, nieefektywna i przestarzała. Dziś zmiany rezystancji skóry można mierzyć nieporównanie dokładniej, wykorzystując powszechnie dostępne wzmacniacze operacyjne.

Jednak list i uwagi Krzysztofa stanowią dobry przykład krytycznego podejścia do problemu. Podane uwagi są bardzo celne - warto zastosować tego typu analizę przy rozwiązywaniu innych problemów. A oto następny list:

Wariograf (potocznie wykrywacz kłamstw) wykorzystuje założenie, że człowiek, który kłamie, jest w stanie napięcia emocjonalnego, tzn. ma przyspieszone tętno, jak również wzmożoną potliwość.

Wykrywacz kłamstw jest zbudowany z trzech niezależnych urządzeń. Pierwsze, kontrolujące oddech, jest wposażone w gumową rurkę (przymocowuje się ją do klatki piersiowej badanego) i specjalny aparat mierzący zmiany ciśnienia powietrza zawartego w rurce. Drugie wykrywa zmiany tętna i ciśnienia krwi. Czujnik umieszcza się na przedramieniu, a badanie jest podobne do konwencjonalnego badania ciśnienia krwi. Trzecie służy do pomiaru potliwości. Jest to bardzo dokładny omomierz. Czujnikiem jest zestaw katody i anody, który mierzy oporność skóry. Gdy człowiek kłamie, jest spocony i prąd łatwiej płynie przez skórę.

Wszystkie trzy urządzenia rejestrują wyniki na długim arkuszu papieru. Aby otrzymać poprawny wynik, zadaje się najpierw serię pytań kontrolnych (np. Czy nazywa się pan...?). Chodzi tu o stwierdzenie, jak u badanego wygląda na wykresie kłamstwo. Wykres ten jest jak gdyby wzorcem do porównania go z wykresem otrzymanym po zadaniu właściwych pytań.

Warto jednak zaznaczyć, że urządzenie nie jest idealne i wyszło z powszechnego użytku (w USA zakazano z niego korzystać i tylko policja ma do tego prawo).

Sławomir Olszak, Poznań

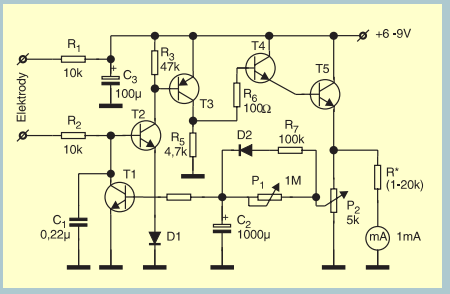
*Inne listy dotyczyły źródeł pisanych. Wskazali na nie 78-letni **Roman Komiszke** i **Daniel Miłowski** ze Słupcy - chodzi o rozdział "Elektronika i paragraf" ze wspomnianej książki J. Wojciechowskiego. Jednak układy z tej książki, poza nielicznymi wyjątkami, w ogóle nie mają szansy działać. W miarę ciekawy jest natomiast opis zasady działania polygrafu.*

*Ciekawsze opracowanie wytropił nasz młody Czytelnik **Arek Kaszelczuk** z Warszawy. Jest to opis wykrywacza kłamstw, autorstwa Piotra Postawki, zamieszczony swego czasu w "Młodym Techniku" w dziale "Na warsztacie". Układ pokazany na rysunku, dzięki sprzężeniu zwrotnemu (z elementami P2, P1, R7, D2 i C2) reaguje nie na wartość rezystancji, tylko na jej zmiany.*

Rezystor włączony szeregowo z miernikiem i ustawienie potencjometrów trzeba dobrać tak, aby po założeniu elektrod, wskazówka miernika ustawiła się po środku skali. W miarę szybkie zmiany rezystancji skóry będą powodować chwilowe wychylenie wskazówki od położenia spoczynkowego. Natomiast bardzo powolne zmiany, dzięki obecności kondensatora C2, nie będą rejestrowane. Szybkość reakcji układu zależy od pojemności C2 i rezystancji R7, P1. Schemat ten prezentujemy jako przykład, być może niektórzy Czytelnicy zechcą zbudować prosty układ, pracujący na podobnej zasadzie. Tę ideę wykorzystuje również projekt wykrywacza kłamstw, opisany w tym numerze EdW.

Ale najprostszym sposobem jest niewątpliwie wykorzystanie omomierza z najzwyklejszego cyfrowego miernika uniwersalnego.

Kończymy pierwszą część zmagań z detektorami kłamstwa. Jeśli otrzymamy ciekawe informacje o Waszych praktycznych próbach w tym zakresie, gotowi jesteśmy je opublikować.



"Szkoła Konstruktorów" nabiera rozpędu. Otrzymujemy wiele listów. Bardzo cieszą nas szczegółowe rozwiązania nadsyłane przez doświadczonych praktyków - oby ich było jak najwięcej - a z drugiej strony, bardzo zależy nam na ujawnieniu młodych i bardzo młodych talentów, którzy dopiero raczkują w elektronice. Jak wynika z listów, niektórzy z Was nie bardzo wierzą we własne siły i są pełni obaw. Okazuje się, że to właśnie ci nieśmiali uczestnicy nadsyłają wiele oryginalnych i ciekawych pomysłów. Nie obawiajcie się więc popełnienia jakichś błędów, przysyłajcie także rozwiązania częściowe.

Niesamowity sukces "Pipka dręczyciela" opisanego w drugim numerze EdW pokazał, jak bardzo potrzebujemy rozrywki. Ogromne zainteresowanie, jakie wzbudził ten prosty układ i ilość sprzedanych kitów świadczą, że elektronicy to naród z poczuciem humoru. Już wcześniej planowałem ten temat do Szkoły Konstruktorów, ale ponieważ spodziewam się od Was znakomitych pomysłów, odłożyłem go na jesień, aby po okresie letnich wyjazdów każdy miał czas spokojnie zastanowić się nad swoimi propozycjami. Temat ten ostatnio zaproponowało też w listach kilku z Was.

Tematem zadania numer 8 jest ni mniej ni więcej tylko: **zaprojektowanie układu elektronicznego, który służyłby do rozrywki, ewentualnie zrobienia komuś nieszkodliwego dowcipu.** Zakres tematów jest prawie nieograniczony. Można zaproponować urządzenie, które mogłoby posłużyć do rozbawienia towarzystwa: jakąś grę, miernik refleksu, siłomierz (prawdziwy, albo jego namiastkę), miernik uczuć (może jakąś odmianę wykrywacza kłamstwa?)...

Można przysłać projekt oryginalnej ozdoby z wykorzystaniem diod świecących (może nawet laserowych), brzęczyka, układu z melodyjką itp. Można wreszcie przedstawić pomysł jakiegoś urządzonka do robienia przyjaciołom dowcipów. Nie przysyłajcie tylko projektów przyrządów, które byłyby groźne dla zdrowia - na pewno w rozwiązaniu zadania nie wspomnę ani słowem o generatorach wysokiego napięcia, czy naładowanych kondensatorach wkładanych do kieszeni. Wiem coś o tym - też chodziłem do szkoły i na praktyki.

Macie więc naprawdę szerokie pole do popisu. Czekam na opracowania całościowe przedstawiające szczegóły. Jeśli udałoby się wykonać model - na pewno przedstawię go przy prezentacji rozwiązań.

Ale szansę mają także ciekawe pomysły, obejmujące tylko ideę, bez szczegółów realizacyjnych. Jeśli więc masz genialny pomysł, a na razie nie potrafisz go zrealizować, przedstaw go. Może stanie się on tematem jednego z następnych zadań w Szkole, a może my w redakcji opracujemy stosowny układ.

Autor lub autorzy najlepszych rozwiązań zostaną uhonorowani wybranymi przez siebie zestawami AVT o łącznej wartości 100 zł. Autorzy opublikowanych propozycji zadań będą mogli wybrać zestaw(y) AVT o wartości 30 zł. Nie trzeba od razu określać, jakie zestawy czy podzespoły chce się otrzymać w nagrodę - laureaci otrzymują pocztą stosowną ankietę z firmy AVT.

Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i dokładny opis działania; model i schematy montażowe nie są wymagane. Na rozwiązania czekamy do końca miesiąca podanego na okładce EdW (zadanie 8 - do 31 października1996).

Ponieważ w naszym konkursie biorą udział uczestnicy zarówno bardzo młodzi, jak i zdecydowanie starsi, bardzo prosimy, podawajcie w listach swój wiek.

Rozwiązanie zadania 5

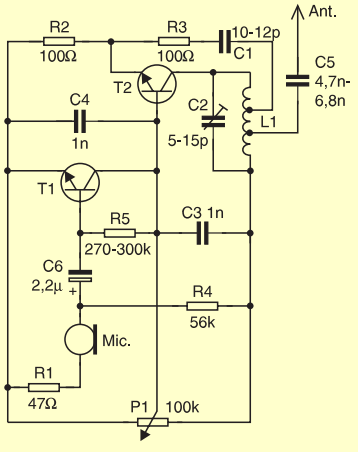
Tematem zadania numer 5 było opracowanie jakiegokolwiek urządzenia elektronicznego przydatnego w pracowni, w domu, czy gdziekolwiek indziej, które umieszczone będzie w pudełku po cukierkach Tic-Tac.

Miałem poważne obawy, czy będzie się Wam chciało uczestniczyć w tym szkolnym konkursie podczas wakacji i urlopów. Choć rozwiązań napłynęło nieco mniej niż zwykle, jestem z nich bardzo zadowolony.

Przede wszystkim, nie miałem wątpliwości odnośnie podziału nagród. Pula nagród zostaje podzielona pomiędzy uczestników, którzy nadesłali modele. I choć w pozostałych listach znalazłem sporo interesujących rozwiązań, nie mam wątpliwości, że nawet kiepsko działający model jest mimo wszystko bardziej cenny, niż piękny i bezbłędny schemat narysowany na papierze. Co prawda niektórzy uczestnicy napisali, iż wykonali opisane układy w praktyce, ale nie nadesłali ani modeli, ani choćby ich fotografii.

Dlatego zacznę od prezentacji urządzeń, które trafiły do redakcji.

Krystian Kostrzewski z Sosnowca przysłał model mininadajnika FM o schemacie we-

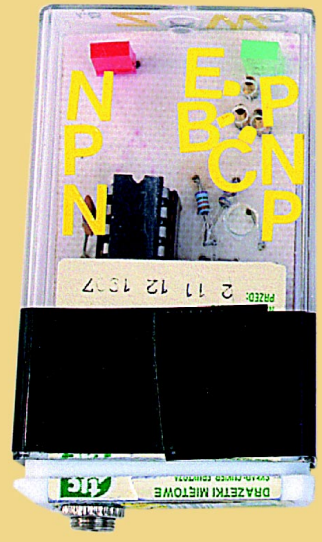


Rys. 1. Projekt Krystiana Kostrzewskiego.

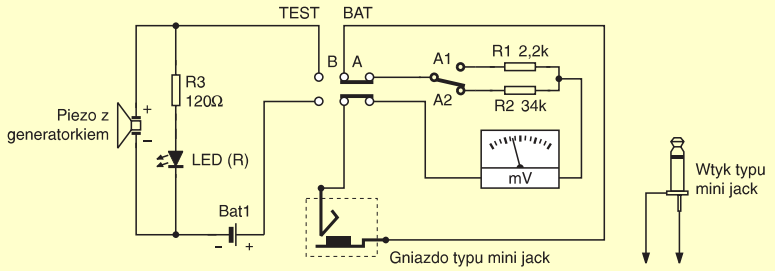
Mininadajnik FM Krystiana Kostrzewskiego.

dług **rysunku 1**. Oto fragment listu: *Generator z tranzystorem T2 pracuje w układzie Hartleya. Element ten pełni również funkcję modulatora częstotliwości (FM) i wzmacniacza wyjściowego w.cz. Sygnał m.cz. z mikrofonu wędruje do bazy tranzystora T1. Tam zostaje wzmocniony i z kolektora tego tranzystora podany na bazę T2. Zmienne napięcie m.cz. odstraja generator Hartleya od częstotliwości środkowej w.cz, określonej przez wartości elementów obwodu rezonansowego. (...)*

Uwagi o kiepsko działającym modelu w pełni odnoszą się do konstrukcji Krystiana. Podczas prób udało mi się uzyskać zasięg kilku metrów przy bardzo słabej jakości. Częstotliwość pracy nadajnika wynosiła około 72MHz. Zapewne także schemat ideowy zaczerpnięty został z literatury, ale nie jestem tego pewny, ponieważ w układzie można znaleźć kilka niedoróbek, a nawet błędów (np. obecność rezystora R1, wykorzystanie P1 jako obciążenia kolektorowego T1). Pomimo tego Krystian jest jednym z wyróżnionych, układ bowiem pracuje. Nie zachęcam jednak nikogo do budowania takiego nadajnika; w podobnych konstrukcjach do modulacji częstotliwości wykorzystuje się zwykle diodę



Tester diod i tranzystorów Macieja Sochaczewskiego.



Rys. 2. Tester baterii Piotra Suszko.

pojemnościową, a i układ bywa inny. Przykład konstrukcji prostego i funkcjonalnego mininadajnika FM można znaleźć w tym numerze EdW.

Drugim wyróżnionym jest **Piotr Suszko** z Lęborka. W swym liście pisze:

Wyobraźmy sobie sytuację: idziemy do kiosku i kupujemy baterie. Po powrocie do domu wkładamy je do latarki. Żarówka świeci bardzo słabo. Sprawdzamy po kolei baterie, i okazuje się, że jedna jest całkowicie wyczerpana. Sprzedawczyni w kiosku nie wierzy nam, że bateria jest zła i nie chce jej wymienić. (Taka sytuacja zdarzyła mi się kilka razy.) Co robić?

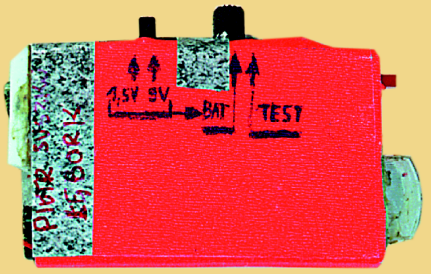
Mój przyrządzik potrafi testować baterie 1,5- oraz 9-woltowe.

W pozycji przełącznika BAT, możemy testować baterie, wybierając odpowiedni zakres (1,5 lub 9V). Uwaga! Rezystory zostały dobrane doświadczalnie.

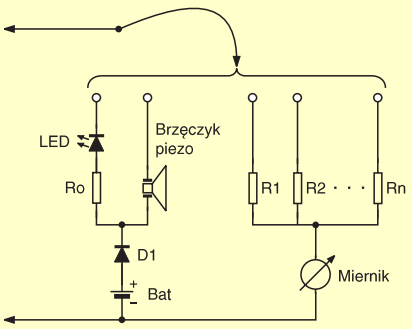
Przyrządzik może także służyć jako miniaturowy wykrywacz zwarć. W pozycji przełącznika TEST można nim także testować głośniki, żarówki, diody zwykłe i LED, cewki itp. Będzie przydatny przy montowaniu różnych systemów alarmowych do sprawdzania obwodów i napięcia akumulatora rezerwowego.

Rzeczywiście, układ Piotra, pokazany na **rysunku 2**, jest bardzo uniwersalny; taki mały przyrządzik naprawdę często się przydaje. Sam używałem przed laty czegoś takiego. Odnośnie sprawdzania baterii można tylko dodać, że najlepiej byłoby sprawdzać jej napięcie pod obciążeniem (nawet niewielkim prądem rzędu 10mA); zdarza się niekiedy, że bateria ma pełne napięcie, a nie może oddać większego prądu ze względu na wysoką rezystancję wewnętrzną związaną z jakimś błędem produkcyjnym. Dlatego za przełącznikiem A1/A2 można dodać dwa rezystory obciążające (np. 100...150W dla zakresu 1,5V, oraz około 800W...1kW dla zakresu 9V).

Jeśli natomiast przyrząd ma pełnić rolę woltomierza, można zwiększyć ilość zakre-



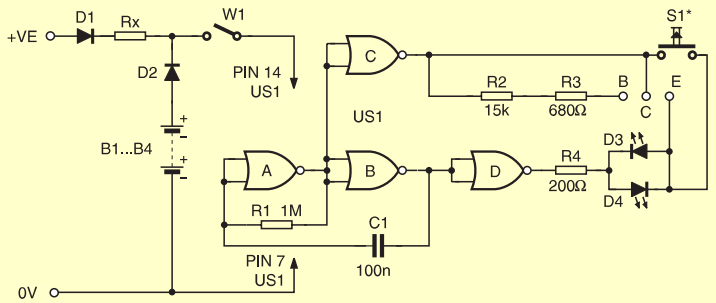
Tester baterii Piotra Suszko.



Rys. 3. Modyfikacja układu z rys. 2.

sów budując układ według **rysunku 3**. Można tu użyć jednej baterii litowej 3V, o ile tylko brzęczyk pracuje przy napięciach powyżej 2,5V. W takim wypadku należy usunąć diodę zabezpieczającą D1 i dobrać rezystor Ro, aby prąd przy zwarciu styków nie przekraczał 5...10mA. W roli gniazda (przełącznika) można zastosować pięcio- lub siedmiostykowe gniazdo magnetofonowe DIN lub gniazdo komputerowe DB9.

Kolejny model przysłał wspomniany w rozwiązaniu pierwszego zadania **Maciej Sochaczewski** z Chełmc. Schemat ideowy układu przedstawiony jest na **rysunku 4**. Maciej pi-



Rys. 4. Projekt Macieja Sochaczewskiego.

sze: *Jest to tester diod i tranzystorów. (...) Tester powinien rozpoznawać polaryzację tranzystora: pnp, czy npn. W tym celu powinien testować tranzystor następująco: na jego emiter i kolektor podawać zmienne napięcie. Zastosowałem generator astabilny z dwóch bramek NOR (Klocki elektroniczne cz. 4). Ma on dwa wyjścia. Podłączyłem do nich inwertery, aby nie obciążać zbytnio dwóch bramek.*

W zależności od rodzaju tranzystora mruga dioda LED D3 albo D4. W przypadku zwartego tranzystora obie diody mrugają na przemian. Gdy diody nie świecą, tranzystor jest uszkodzony i nie przewodzi.

Jeśli chcemy testować diodę, to jej elektrody łączymy do punktów C i E (kolektor i emiter).

Uwaga, w modelu nie zamontowałem przełączników W1 i S1.

Model przeznaczony jest do zasilania napięciem 6V. To jest istotne, ponieważ przy większym napięciu prąd może popłynąć przez spolaryzowane wstecznie złącze baza-emiter, co zafałszuje wskazania diod. (Wiecie chyba, że takie złącze można od biedy wykorzystać jako diodę Zenera o napięciu około 6V?)

Maciej proponuje zastosowanie rezystora szeregowego Rx do obniżenia napięcia z 9 czy 12V na potrzebne 6V. W liście podał dokładny sposób obliczania wartości takiego rezystora. Rzeczywiście, jest to najprostszy sposób, ale nie zawsze skuteczny, więc należy go stosować po głębokim zastanowieniu. Nie zdaje on zupełnie egzaminu gdy pobór prądu zmienia się w szerokich granicach, a tak często bywa w układach elektronicznych. A gdy już będzie zastosowany, koniecznie trzeba dodać kondensator odsprzęgający zasilanie układu (elektrolit o znacznej pojemności), żeby zlikwidować wahania napięcia zasilającego i zapobiec samowzbudzeniu. Prosty układ Macieja pracuje bez takiego kondensatora, bo jest zasilany wprost z czterech baterii guzikowych. Jednak brak kondensatora odsprzęgającego w innych układach mógłby spowodować duże kłopoty. W miejsce szeregowego rezystora lepiej włączyć odpowiednią diodę Zenera lub kilka połączonych szeregowo zwykłych diod krzemowych i LEDów. Eleganckim rozwiązaniem jest użycie scalonego stabilizatorka 78L05 lub 78L06.

Pomimo tego niedopatrzenia trzeba jednak pochwalić Macieja za ciekawy projekt i własnoręcznie wykonany model. Maciej jest także jednym z wyróżnionych.

Najciekawszy, dowcipny list przysłał **Krzysztof Paprzycki** z Wrocławia. Proponuje on budowę hydrowyjka, czyli sygnalizatora wilgoci lub braku wilgoci. List w zasadzie powinien znaleźć się w Poczcie, ale ze względu na związek z zadaniem nr 5, zamieszczam go w Szkole:

Mam na imię Krzysiek i jestem uczniem I klasy w VII LO we Wrocławiu. Elektroniką interesuję się od ponad roku i to dzięki Wam nauczyłem się tak wiele o tej dziedzinie nauki. Mam wszystkie Wasze numery i opiekuję się nimi jak jakimś skarbem. Sam wykonałem kilka urządzeń opisanych na Waszych łamach. Wszystkie działają i sprawiają mi wielką satysfakcję.

Przysięgam, że nie zdradzę Was dla innych czasopism (wyjątek Elektronika Praktyczna - "siostra"). Zabraniam Wam zaprzestania wydawania EdW! Cena może ulec zmianie.

Tacy wspaniali ludzie jak Wy powinni zamieszkać w Belwederze. Słów uznania, podziwu i szacunku napisałbym jeszcze setki, ale pora przejść do sedna mojego listu.

Po przeczytaniu siedmiu numerów EdW (od okładki do okładki) uznałem, że pokaże światu, co potrafię. Chwyciłem ołówek i kartkę. Narysowałem dwa projekty. Później chwyciłem wiertarkę, pisak do płytek, elementy... i wyszły dwa prototypy. Jestem z nimi związany emocjonalnie.

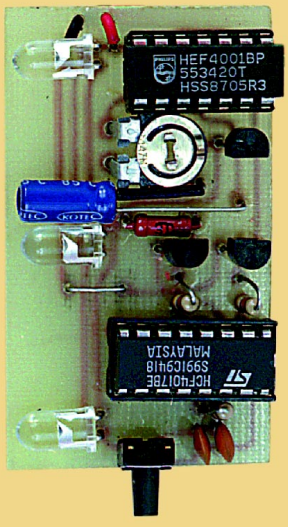
Przysięgam na 7 numerów EdW i moją lutownicę, że wymyśliłem je sam, bez niczyjej pomocy i bez zerkania do innych wydawnictw. Melduję, że prototypy działają bez zarzutu. Faktem jest, że hydrowyjek mógłby mieć generator CMOS zamiast 555. Myślę, że wybaczycie mi te niedopatrzenia. Na pewno schematy i opisy będziecie musieli poprawić. Cóż, jestem dopiero 15-latkiem, a nie ma ludzi doskonałych (wyjątek MacGyver). (...)

Jeden z projektów to "trójfunkcyjna lampka rowerowa" o schemacie pokazanym na **rysunku 5**. W rzeczywistości układ realizuje dwie funkcje - świecenie ciągłe i pulsujące diod LED. Trzecia "funkcja" to stan spoczynku (stand by), w którym układ pozostaje pod napięciem, ale praktycznie nie pobiera prądu. Układ U1 pełni rolę przełącznika: po kolejnym naciśnięciu przycisku MS1 zmienia się funkcja układu. Autor wykorzystał tu dwa wyjścia kostki 4017 (Q0 i Q1), która dzięki połączeniu wejścia RST z wyjściem Q3 zlicza od zera do dwóch. Gdy na wyjściu Q0 jest stan wysoki, wysterowany jest tranzystor T1 i diody D1-D3 świecą światłem ciągłym. Gdy aktywne jest wyjście Q1, tranzystor T2 dołącza zasilanie (a właściwie dołącza do masy) generator na układem IC1. Wtedy lampki powinny pulsować.

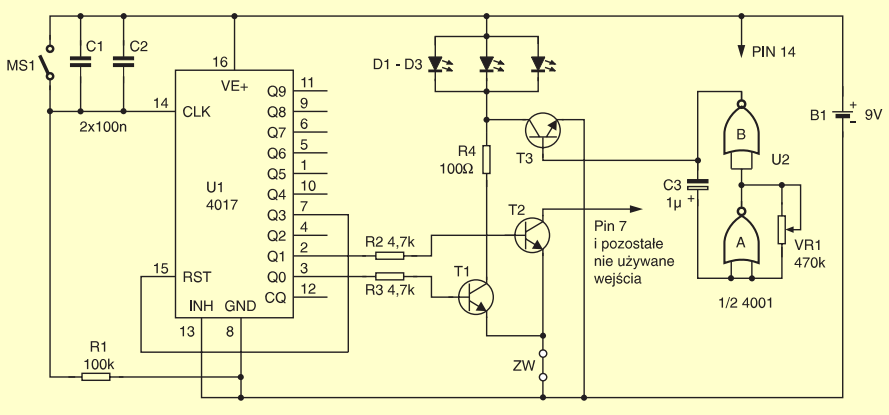
Autor dowcipnego listu zrealizował postawione sobie zadanie, ale w dość skomplikowany sposób. W praktyce w pokazanym układzie jedynym niezastąpionym blokiem jest generator sterujący miganiem LEDów. Natomiast układ sterujący U1 oraz tranzystory T1 i T2 z powodzeniem można zastąpić najzwyklejszym trzypozycyjnym przełącznikiem. Należy też unikać sterowania urządzeniami przez przerywanie obwodu masy za pośrednictwem tranzystora T2. Ewidentnym błędem jest natomiast brak rezystorów w obwodzie bazy i kolektora tranzystora T3 oraz zastosowanie w generatorze zwykłego elektrolitu. Dlaczego więc układ pracuje? W sumie tylko dzięki temu, że jest zasilany z baterii o małej wydajności prądowej. W trybie migacza, podczas świecenia diod, napięcie baterii znacznie się zmniejsza, ale nie na tyle, żeby przestał pracować generator.

Układ można znacznie odchudzić, wykonując go według **rysunku 6**.

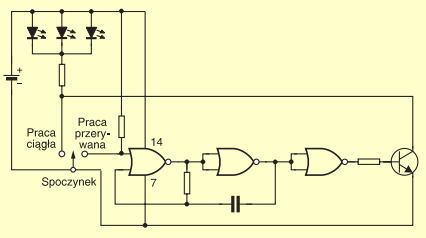
Drugim zaproponowanym układem jest "hydrowyjek". Schemat hydrowyjka zamieszczony jest na **rysunku 7**. Czujnik wilgoci (sensor) steruje pracą tranzystora T1. W zależności od położenia przełącznika SW1 może sygnalizować dźwiękiem obecność albo też brak wilgoci. Gdy tranzystor jest otwarty, zaczyna pracę generator z kostką U1. Przetwornikiem akustycznym jest sama membranka piezo. Krzysztof proponuje wykorzystanie obudowy po cukierkach w roli pudła rezonansowego dla zwiększenia głośności dźwięku. Rzeczywiście, wiele membranek ma bardzo małą



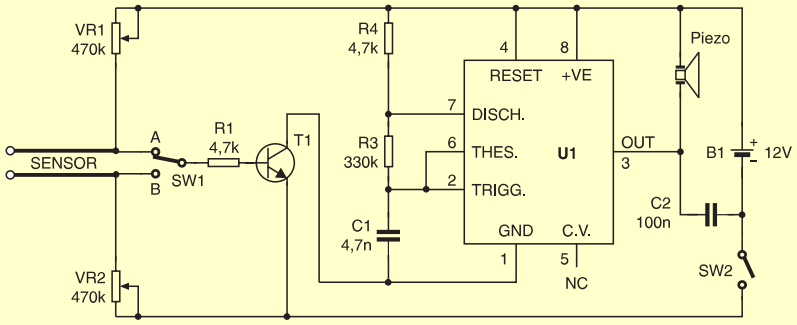
Lampa rowerowa Krzysztofa Paprzyckiego.



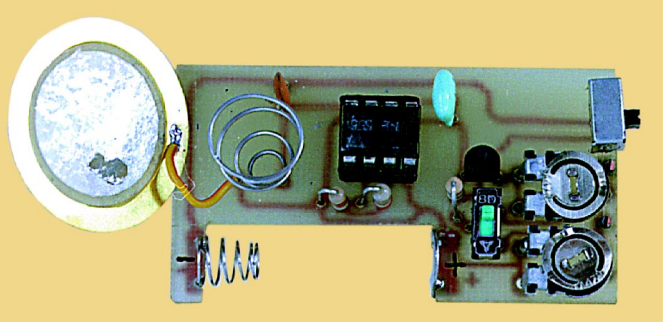
Rys. 5. Lampa rowerowa Krzysztofa Paprzyckiego.



Rys. 6. Modyfikacja układu z rys. 5.



Rys. 7. Hydrowyjek Krzysztofa Paprzyckiego.



Hydrowyjek Krzysztofa Paprzyckiego.

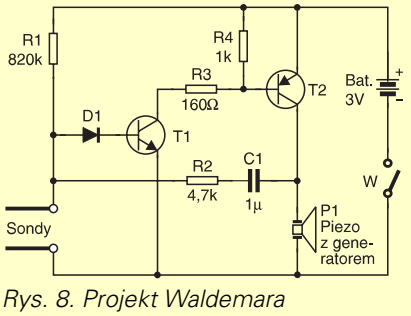
skuteczność. Jest to wystarczający powód, żeby do opracowywanych konstrukcji nie stosować takich "gołych" membran. Znacznie prostszym rozwiązaniem (ale sygnalizującym jedynie obecność wilgoci) jest użycie o wiele głośniejszego, gotowego brzęczyka piezo z generatorem. Przy zastosowaniu takiego brzęczyka, układ Krzysztofa składałby się tylko z tranzystora T1, rezystora R1 i potencjometrów VR.

Czujnik wilgotności Waldemara Rogowskiego.

Do sygnalizacji pojawienia się wilgoci, z uwagi na dużą czułość takich brzęczyków, jeszcze prościej byłoby po prostu połączyć szeregowo baterię, sondę i brzęczyk.

Tak więc Krzysztofa można pochwalić za pomysłowość i wysiłek, jednocześnie stwierdzając, że proponowane urządzenia można wykonać znacznie prościej. Mimo tych ewidentnych wpadek Krzysztof za list, podjęte próby, oraz starannie wykonane modele otrzymuje nagrodę. I mam nadzieję, że w przyszłości nadal będzie z coraz lepszym skutkiem próbował swoich sił w elektronice.

Dla porównania chciałbym przedstawić układ z **rysunku 8**, wykonany przez 32-letniego **Waldemara Rogowskiego** z Sieradza, który pisze, iż elektronika stanowi jego piękne hobby. Jest to również układ sygnalizujący brak wilgoci. Zaczerpnięty z literatury prosty schemat pozwolił zrealizować potrzebną funkcję w ciekawy sposób. Układ z tranzystorami T1 i T2 jest w rzeczywistości... generatorem. Gdy przez wilgotne podłoże między sondami płynie nawet mały prąd, napięcie na bazie tranzystora T1 jest małe, i tranzystor ten jest zatkany. Gdy zabraknie wilgoci i rezystancja między sondami wzrośnie, zacznie pracować generator. Jego częstotliwość jest mała, rzędu 1Hz (wyznacza ją pojemność C1 i rezystancje: sondy i R1). Dodatnie impulsy powstające w chwili przewodzenia tranzystorów powodują wysyłanie przerywanego sygnału dźwiękowego przez brzęczyk piezo P1. W spoczynku pobór prądu jest równy prądowi pobieranemu przez obwód sondy - nie przekracza więc 4µA. W stanie aktywnym wzrasta do około 1mA. Ponieważ Waldemar lojalnie przyznaje, iż schemat nie jest jego oryginalnym pomysłem, nie mogę przyznać nagrody, a tylko drobny upominek - jednak chciałbym zwrócić uwagę na funkcjonalność opracowania. Układ jest zasilany niskim napięciem (3V), pobiera mało prądu, i na dodatek sygnalizuje brak wilgoci dźwiękiem przerywanym, który jest o wiele bardziej skuteczny, niż dźwięk ciągły.

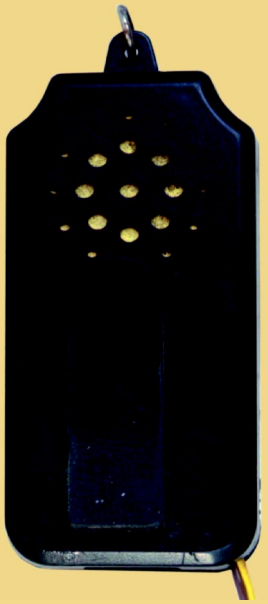


Rys. 8. Projekt Waldemara Rogowskiego.

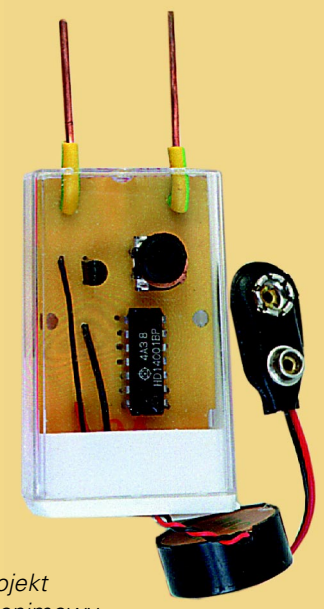
Podobne bardzo interesujące rozwiązanie czujnika wilgoci przysłał **Bronisław Jarzmik** z Wałbrzycha. Jak pisze, jego urządzenie nie jest umieszczone w wymaganej obudowie, ale wielkością do niego zbliżone. Oto fragmenty jego listu: *(...) urządzenie to nie jest wykonane od podstaw amatorsko, lecz jest urządzeniem fabrycznym z moją modyfikacją i wykorzystaniem. Urządzenie to służyło mi, a konkretnie mojemu synkowi, od początku życia do około drugiego roku, gdyż jest to wykrywacz wilgoci, który nazwałem "Ćwir-ćwirek". Sonda była umieszczana między pieluszkami, w które owinięte było dziecko, a główne urządzenie zamocowane do majteczek lub innej bielizny. (...) Dzięki temu mój synek praktycznie nie wiedział, co to znaczy leżeć w mokrej pieluszce, ponadto zaoszczędzałem sporo pieniędzy na pieluszki typu "Pampers": w domu używałem "Ćwir-ćwirka", a na spacery "Pampersa". (...) Urządzenie pierwotnie było zasilane bateriami, lecz żeby zmniejszyć koszty użytkowania, zastosowałem rosyjskie akumulatorki od aparatu słuchowego o poj. 30mAh.*

Jeżeli chodzi o moją osobę, to mam 47 lat, hobby - modele zdalnie sterowane, elektronika, lotnictwo, komputer - wykształcenie średnie ogólnokształcące. Obecnie ze względu na stan zdrowia - rencista I grupy.

Urządzenie pokazane na fotografii jest nieco przerobionym breloczkiem - rolę przycis-



"Ćwir-ćwirek" Bronisława Jarzmika.



Projekt anonimowy.

ków pełni prosta dwuprzewodowa sonda, której elektrody to... cynowe kulki. Tym razem nie trzeba się bać elektrolizy, bo z założenia sonda bywa mokra tylko przez bardzo krótki okres czasu.

Opisywane urządzenie w zasadzie nie spełnia warunków zadania, jednak z uwagi na oryginalność i praktyczną przydatność pomysłu, Bolesław otrzymuje drobny upominek. A tak na marginesie... jeśli ktoś zna jakieś inne praktyczne sposoby ułatwiania sobie życia za pomocą bardziej czy mniej skomplikowanych urządzeń elektronicznych, proszę o informacje - chętnie zaprezentujemy je na łamach Forum Czytelników.

Na swym biurku znalazłem jeszcze jeden list i model czujnika wilgoci. Układ jest bardzo prosty, wykorzystuje jedną bramkę NOR i brzęczyk piezo. Niestety, autor nie podpisał ani listu, ani modelu (a opakowanie paczki uległo dezintegracji przy segregacji poczty w sekretariacie redakcji). Ten układ pokazano na fotografii.

Na koniec zostawiłem układ, którego konstruktorem jest **Marcin Żyła** z Częstochowy. Jest to "przypominadło" zbudowane z użyciem układów ISD. Marcin pisze, że zakup kostek ISD w obudowach SMD okazał się niemożliwy, więc swój układ zrealizował z użyciem modułu VM1110A o czasie zapisu tylko 10 sekund. Do zasilania użył małej baterii 12V i stabilizatorka 78L05. Układ umożliwia nagranie i odtworzenie komunikatu. W każdym wypadku należy nacisnąć dwa przyciski. Układ elektroniczny jest prosty, zawiera gotowy moduł VM1110A, mikrofon, głośnik, LED i stabilizator. Moduł mówiący pracuje w trybie operacyjnym w nieco nietypowym układzie połączeń. Układ można było nieco rozbudować, tak aby zapis i odczyt następowały po naciśnięciu tylko jednego przycisku.

Marcin podaje też w liście szereg innych pomysłów na urządzenia umieszczone w pudełkach po cukierkach.

W sumie układ Marcina jest najnowocześniejszy ze wszystkich nadesłanych, dlatego jest on laureatem głównej nagrody.

A teraz jeszcz garść informacji o propozycjach, które nie zostały udokumentowane modelem.

Na przykład **Maciej Markowski** z Błędkowa informuje, że zamontował kupiony gotowy mininadajnik FM w pudełku po cukierkach. Pisze, iż układ bez obudowy jest bardzo podatny na zakłócenia i do uzyskania zadowalającej pracy trzeba było przeprowadzić szereg prób.

Kilku z Was zaproponowało umieszczenie w pudełku układu przerywacza-migacza do kierunkowskazów (także migacza do roweru). Są to **Witold Warda** z Łodzi, **Arkadiusz Kalicki** z Popław oraz **Michał Gontarz** z Garwolina. Michał do roweru proponuje prosty multiwibrator na tranzystorach, natomiast Arkadiusz wykorzystał schemat układu z EdW 4/96.

Dwóch Kolegów proponuje budowę wskaźnika napięcia akumulatora. Układ **Marcina Żuchowskiego** ze Zgierza jest pokazany na **rysunku 9**, a układ **Mariusza Gruszki** - na **rysunku 10**. Mariusz, o ile jest to układ jego autorstwa, zauważył ciekawą właściwość diod LED: przy jednoczesnym przewodzeniu tranzystorów T1 i T2, powinna świecić czerwona dioda, ma ona bowiem mniejsze napięcie przewodzenia (około 1,6...1,8V) niż dioda zielona (około 2,2V). W rzeczywistości nie jest tak dobrze - w szereg z zieloną diodą trzeba jeszcze włączyć diodę krzemową.

Arkadiusz Froń z Sosnowca przysłał cztery projekty, niestety wszystkie zrealizowane tylko na papierze. Dwa z nich nie mają wartości, ale dość interesujący jest układ elektronicznej kostki do gry.

Piotr Makles z Krzepic proponuje umieścić w pudełku układ klawiatury DTMF, który można przewodem z wtyczką włączać do radiotelefonu CB.

Najmłodszym uczestnikiem konkursu jest 10-letni **Maciej Szmigiero** z Warszawy, który napisał do nas list z pomocą rodziców (ale schematy rysował sam). Proponuje on umieszczenie w pudełku klucza do alarmu. Klucz, zasilany po dołączeniu do centrali, wykonany byłby z użyciem kostki UM3750.

"Przypominadło" Marcina Żyły.

Macieja i jego Rodziców serdecznie pozdrawiam!

Na koniec chciałbym pogratulować wszystkim biorącym udział w Szkole, którzy w pełni samodzielnie opracowali swoje propozycje. Nawet jeśli popełniliście błędy, nie przejmujcie się - z czasem nabierzecie wprawy.

Czekam na rozwiązania następnych zadań i zachęcam do praktycznych prób i eksperymentów.

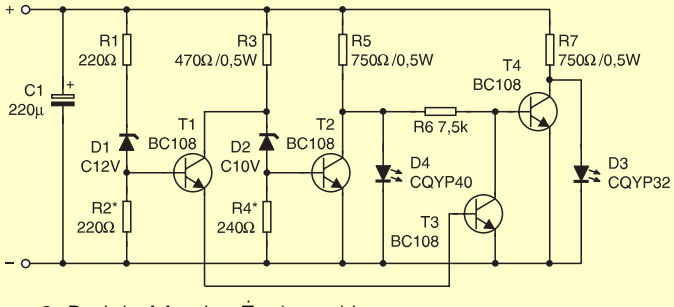
Wasz instruktor
Piotr Górecki

PS. Przypominam, że jeśli oprócz rozwiązania zadania ze Szkoły jednocześnie przysyłacie list, propozycję zadania lub spostrzeżenia do erraty, to powinny one być umieszczone na odzielnych kartkach (na każdej kartce powinien być pełny adres). Mamy kłopot, jeśli wszystko jest na jednym arkuszu.

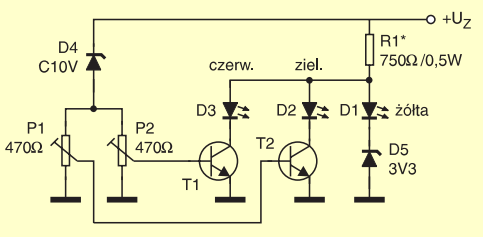
Jeśli macie telefon, podawajcie numer - do kilku z Was zadzwoniłbym z pewnymi pytaniami odnośnie rozwiązań. Podawajcie też swój wiek.

PG

Fundusz przeznaczony na nagrody został podzielony pomiędzy **Marcina Żyłę** i **Krzysztofa Paprzyckiego**. Upominki otrzymują: **Krystian Kostrzewski, Piotr Suszko, Maciej Sochaczewski, Waldemar Rogowski i Bronisław Jarzmik**.



Rys. 9. Projekt Marcina Żuchowskiego.



Rys. 10. Projekt Mariusza Gruszki.

Przedwzmacniacz z układem SSM2016

kit 2120 AVT

W ubiegłym miesiącu zainaugurowaliśmy działalność Klubu Konstruktorów. Na razie Klub działa w cyklu dwumiesięcznym: w jednym miesiącu prezentujemy dany element, w następnym przedstawimy naszą propozycję praktycznego zastosowania, w kolejnym - zaprezentujemy następny element, itd. Otrzymaliśmy już ciekawe listy z propozycjami wykorzystania układu SSM-2016. W następnym numerze podamy, kto otrzymał bezpłatne próbki. Dziś prezentujemy nasze rozwiązanie. Jest to prosta aplikacja opisanej kostki w roli przedwzmacniacza mikrofonowego o wejściu symetrycznym.

Jak wiadomo, kostka SSM-2016 jest najbardziej niskoszumnym układem scalonym, jaki można obecnie dostać na rynku. Ma ponadto szereg innych cennych właściwości, omówionych w poprzednim numerze EdW.

Praktyczne zapoznanie się z tą kostką daje wyobrażenie, czego można, a czego nie można się spodziewać od najwyższej klasy przedwzmacniaczy audio. Trzeba wiedzieć, że lepszych parametrów szumowych nie uda się uzyskać w żadnym układzie, ponieważ osiągnięto już nieprzekraczalną barierę szumów termicznych.

Do niedawna krajowi hobbyści nie mieli dostępu do najnowocześniejszych wyrobów wiodących firm światowych. Obecnie, między innymi dzięki EdW i AVT, otwiera się taka możliwość. Dlatego zachęcamy wszystkich bardziej zaawansowanych elektroników do praktycznego zapoznania się z tą interesującą kostką, która rzeczywiście jest kamieniem milowym w rozwoju układów audio.

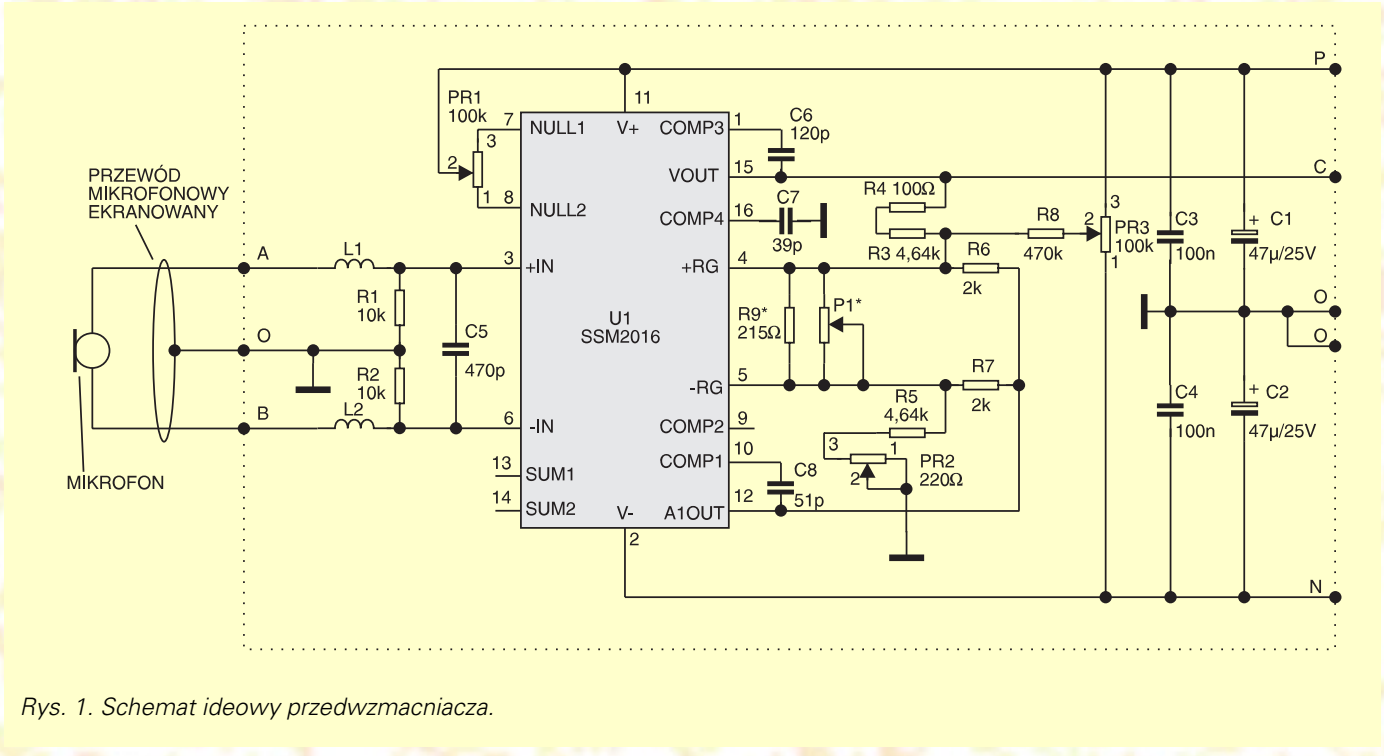
Opis układu

Na **rysunku 1** przedstawiono schemat przedwzmacniacza. Jak widać, firmowy układ aplikacyjny został uzupełniony o elementy wejściowego filtru radiowego.

Układ ma wejście w pełni symetryczne, przeznaczone jest bowiem do współpracy z mikrofonami lepszej klasy, które z zasady mają takie wyjście (dwa przewody sygnałowe + ekran). Do współpracy ze wzmacniaczem nie warto wykorzystywać prostych mikrofonów dynamicznych z wyjściem niesymetrycznym (jeden przewód sygnałowy + ekran), ani tym bardziej tanich mikrofonów elektretowych.

Rezystory R1, R2 są niezbędne do polaryzacji wejść kostki (nóżki 3 i 6) prądem stałym. W układzie przewidziano miejsce na dławiki L1 i L2 o indukcyjności rzędu kilkudziesięciu mikrohenrów, które wraz z kondensatorem C5 tworzą wejściowy filtr dolnoprzepustowy, nie dopuszczający do układu zakłóceń o częstotliwościach radiowych.

W ogromnej większości przypadków dławików tych nie trzeba montować, ale gdyby w jakimś zastosowaniu okazało się, iż oprócz sygnału mikrofonu, na wyjściu pojawił się zdemodulowany sygnał radiowy (np. z pobliskiego nadajnika CB), należałoby wlutować te dławiki i zwiększyć pojemność C5 do 4,7nF, a nawet 10nF (kondensatory ceramiczne). Jed-



Rys. 1. Schemat ideowy przedwzmacniacza.

nak zastosowanie takiego prostego filtru może spowodować przy największym wzmocnieniu pewne kłopoty ze stabilnością układu. Dlatego przy stosowaniu dławików należy dokładnie sprawdzić, czy przypadkiem w realnych warunkach pracy, układ nie ma tendencji do samowzbudzenia na częstotliwości zbliżonej do częstotliwości rezonansowej obwodu L1+L2, C5.

W rzadkich przypadkach stosowania dławików należałoby zadbać, aby były to dławiki na rdzeniach toroidalnych; można też zastosować pokazane na fotografii dławiki na rdzeniach walcowych (w takim wypadku gdyby pojawił się przydźwięk sieci, należy ustawić dławiki lub całą płytkę w innym kierunku).

Kondensatory C6, C7 i C8 są elementami obwodów kompensacji częstotliwościowej - zapobiegają samowzbudzeniu wzmacniacza.

Do regulacji wzmocnienia przewidziano elementy R9 oraz P1. Jeśli wzmocnienie ma mieć stałą wartość - należy zastosować dobrej klasy rezystor R9; gdy trzeba je regulować - można wlutować helitrim P1 lub zastosować potencjometr zewnętrzny (przewody łączące muszą być krótkie i najlepiej ekranowane).

Wzmocnienie może być dowolnie dobierane przez zmianę rezystancji R9 (lub P1) w zakresie 3,5x...1000x.

Przy proponowanych wartościach elementów R3 - R7 wzmocnienie G wynosi:

G = 10kW/R9 + 3,5

Kondensatory C1 - C4 filtrują napięcie zasilające. Układ scalony może być zasilany napięciem w zakresie od ±9V do ±36V. Pobiera przy tym kilkanaście miliamperów prądu. W proponowanym module napięcie to ograniczają kondensatory C1 i C2 o napięciu pracy 25V.

Zazwyczaj przedwzmacniacz jest dodatkowo odseparowany od wzmacniacza mocy rezystorami szeregowymi umieszczonymi w obu szynach zasilających. Dobrym rozwiązaniem jest też zastosowanie scalonych stabilizatorów, na przykład rodzin 78XX, 79XX czy LM317, LM337.

Dobre odsprzęganie zasilania nie jest jednak sprawą krytyczną, ponieważ układ ma znakomity współczynnik tłumienia tętnień zasilania rzędu 100dB.

W konkretnym zastosowaniu można dodać takie rezystory szeregowe lub stabilizatory.

Nawet najlepszy układ scalony nie jest produkowany z idealną precyzją. Minimalne rozrzuty produkcyjne owocują pojawieniem się napięć niezrównoważenia. W praktyce powoduje to pojawienie się jakiegoś niezerowego napięcia stałego na wyjściu, gdy oba wejścia są zwarte do masy, i co gorsze, zmiany tego napięcia przy zmianie wzmocnienia (czyli zmianie rezystancji R9). Ponadto niedoskonałe dobranie symetrii rezystorów R1...R4 spowoduje zmniejszenie współczynnika tłumienia sygnału wspólnego.

Żeby maksymalnie wykorzystać możliwości kostki, układ wyposażono w elementy korekcji napięć niezrównoważenia (potencjometry PR1 - PR3).

Potencjometr PR2 pozwala uzyskać maksymalny współczynnik tłumienia sygnału wspólnego, PR1 umożliwia uzyskanie zerowego napięcia wyjściowego przy dużym wzmocnieniu, a PR3 - przy małym wzmocnieniu.

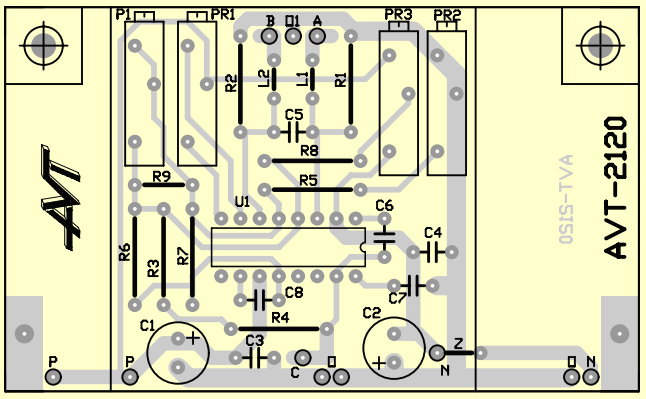
Potencjometr PR2 trzeba stosować zawsze, ale elementy PR1, PR3 oraz R8 nie są konieczne - bez nich stałe napięcie spoczynkowe na wyjściu nie będzie równe zeru i będzie się nieco zmieniać wraz ze zmianą wzmocnienia.

W większości wypadków to zupełnie nie przeszkadza, bowiem i tak zazwyczaj następne stopnie są sprzężone zmiennoprądowo, to znaczy w torze sygnału stosuje się kondensatory sprzęgające. Ale świetna kostka SSM-2016 umożliwiadbudowę monego i nowoczesnego wzmacniacza o sprzężeniu stałoprądowym - wtedy należy zastosować wszystkie trzy wspomniane potencjometry korekcyjne.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce pokazanej na **rysunku 2** nie sprawi trudności. Wymiary płytki i rozmieszczenie punktów lutowniczych zasilania odpowiadają standardowym modułom audio przedstawianym w Elektronice Praktycznej. Można też obciąć niewykorzystane części płytki - przewidziano dwa komplety punktów do podłączenia zasilania.

W zasadzie kolejność montażu jest dowolna, bowiem układ scalony wykonany w technologii bipolarnej nie wymaga szczególnych środków ostrożności, jednak na wszelki wypadek cenną kostkę można wlutować lub włożyć do podstawki na końcu. Zamiast dławików należy zamontować zwory; dławiki pogorszają charakterystykę częstotliwościową



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 10kW 1% (6,81...15,4kW 1%)
R5, R3: 4,64kW (4,22...5,11kW 1%)
R4: 100W 1% (82,5...121W 1%)
R6, R7: 2kW 1% (1,74....2,26kW 1%)
R8: 470kW 5%
R9: 215W 1% (196...237W 1%)
P1: dobrać według potrzeb *
PR1, PR3: 100kW helitrim
PR2: 220W helitrim

Kondensatory

C1, C2: 47µF/25V
C3, C4: 100nF ceramiczny
C5: 470pF
C6: 120pF
C7: 39pF
C8: 51pF

Półprzewodniki

U1: SSM2016

Różne

L1, L2: 22...100µH *

*Uwaga - potencjometr P1 i dławiki L1, L2 nie wchodzą w skład kitu AVT-2120.

i należy je stosować tylko w ostateczności, gdyby przez przewody mikrofonowe przedostawały się zakłócenia radiowe. W takim przypadku można zastosować gotowe dławiki w.cz., najlepiej na rdzeniach toroidalnych.

Zmontowany układ należy wstępnie sprawdzić i wyregulować. Po zasileniu go napięciem symetrycznym z zakresu ±10...±25V, należy zgodnie z **rysunkiem 3**, podać na wejście sygnał zmienny o częstotliwości np. 1kHz i o amplitudzie rzędu 100mV. Następnie za pomocą oscyloskopu sprawdzić napięcie na wyjściu - powinien tam wystąpić sygnał zmienny o amplitudzie około 5V.

W układzie testowym z rysunku 3 zastosowano generator o wyjściu niesymetrycznym. W takim wypadku do wyeliminowania wpływu rezystancji wewnętrznej generatora na napięcie stałe na wyjściu zastosowano kondensatory separujące. W normalnej pracy układu nie należy stosować takiego połączenia - mikrofon powinien być połączony tak, jak pokazano na rysunku 1.

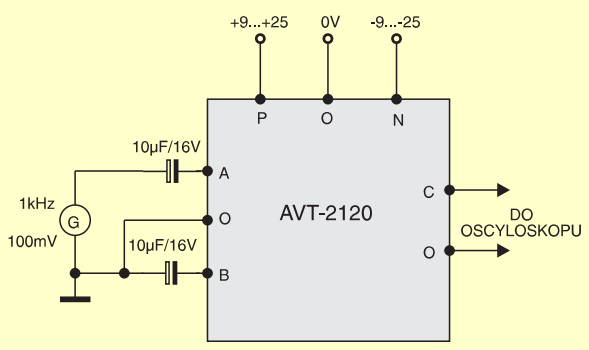
Dla wyeliminowania niedoskonałości doboru elementów układu, należy wyregulować potencjometry korekcyjne PR1 - PR3.

W najprostszej wersji bez elementów PR1, PR3 i R8, należy jedynie przeprowadzić regulację PR2, podając na oba zwarte wejścia sygnał o częstotliwości 50...100Hz i amplitudzie kilku woltów - patrz **rysunek 4**. Należy tak wyregulować PR2, by przebieg zmienny na wyjściu miał jak najmniejszą wartość.

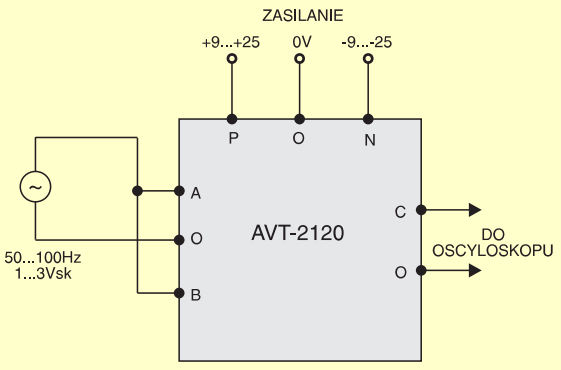
Jeśli na wyjściu wymagane jest spoczynkowe napięcie stałe dokładnie równe potencjałowi masy, należy zastosować elementy PR1, PR3 i R8. W takiej pełnej wersji zaleca się następującą kolejność regulacji: PR1, PR2, PR3 i jeszcze przynajmniej raz PR1, PR2, PR3. To znaczy, że najpierw, przy ołączonym wejściu, należy za pomocą P1 ustawić maksymalne wzmocnienie (lub lutować R9 = 10W) i wyregulować PR1 do uzyskania zerowego napięcia stałego na wyjściu. Następnie zgodnie z rysunkiem 4 trzeba podać na zwarte wejścia sygnał 50...100Hz i wyregulować PR2 na minimum sygnału zmiennego na wyjściu. Następnie odłączyć sygnał, rozewrzeć wejście, i za pomocą P1 ustawić minimalne wzmocnienie (lub wylutować R9) i wyregulować PR3 aby na wyjściu znów uzyskać napięcie równe zero woltów. Potem znów zwiększyć wzmocnienie i skorygować ustawienie PR1... itd.

Po takiej dwukrotnej regulacji układ jest gotowy do pracy.

(red)



Rys. 3. Układ do wstępnego sprawdzenia wzmacniacza.



Rys. 4. Układ do korekcji współczynnika tłumienia sygnału wspólnego.

System projektowania modułowego

część 10

Niniejszy, dziesiąty odcinek, jest już ostatnim z serii "Systemu projektowania modułowego". Każdej części towarzyszył artykuł omawiający konstrukcję urządzenia, składającego się z opisanych modułów wraz ze wzorem płytki drukowanej. Moduły omówione w serii zestawiono w tabeli 1.1 w części 1. Każdy z modułów łatwo połączyć z sąsiednimi modułami z tej samej, a także z innych części. W ostatnim odcinku serii są opisane czujniki zbliżenia, stosowane na przykład do detekcji metali albo do pomiarów szybkości obrotowej. W modułach procesorowych zastosowano dwa różne sposoby przetwarzania częstotliwości na napięcie, a na końcu będzie mowa o wspomnianym już w części 8 scalonym wyświetlaczu słupkowym LM3914. Załączonym projektem przykładowym jest szybkościomierz rowerowy, który bez trudu daje się przystosować także do innych zastosowań.

Detektor zbliżenia

Jak już wykazano w innych częściach serii, detekcja pozycji lub obecności przedmiotu jest stosunkowo łatwa. Na przykład fakt, że drzwi lub okno pozostają zamknięte, można wykryć za pomocą opisanych w części 2 i 3 mikrowyłącznika lub styku kontraktonowego i magnesu, a przerwanie strumienia podczerwieni za pomocą systemu opisanego w części 8. Natomiast pomiar szybkości obrotowej koła przekładni, wału silnika lub koła rowerowego, jest nieco trudniejszy, zwłaszcza gdy jest wymagany dokładny pomiar liczby impulsów na sekundę.

Najbardziej chyba oczywistą metodą pomiaru szybkości obrotowej koła jest umocowanie na nim jednego lub kilku magnesów, przebiegających w pobliżu styku kontraktonowego, który reaguje na ich zbliżenie. Odległość pomiędzy magnesem a wyłącznikiem jest krytyczna. Gdy jest zbyt duża, wyłącznik nie będzie działał, a gdy jest zbyt mała, może nastąpić pomiędzy nimi kolizja.

Nawet jeżeli przełączanie jest niezawodne, styki odbijają się od siebie. To niekorzystne zjawisko wielokrotnych drgań styków, gdy magnes zbliża się do nich lub oddala, jest niełatwym problemem. Układy odkłócające w postaci opisanych w części 2 przerzutników monostabilnych pozwalają je opanować, ale ograniczają górną częstotliwość działania urządzenia.

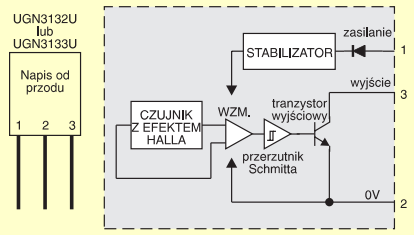
Styki niezależnie od ich rodzaju ulegają zużyciu, a okres ich eksploatacji określa się liczbą zadziałań, zwykle w setkach tysięcy. W przypadku koła rowerowego liczbę tego rzędu osiągnęłoby się po przejechaniu niezbyt wielu kilometrów, w takim więc przypadku należy zaniechać stosowania kontraktonów.

Zastosowanie światła

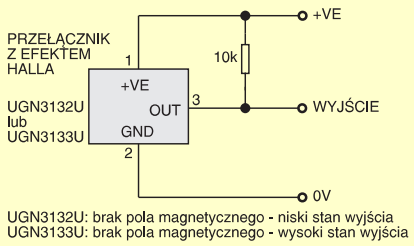
Jeżeli przewierci się jeden lub kilka otworków w pełnym kole, to można skierować przez nie wiązkę światła (lub podczerwieni) na znajdujący się po drugiej stronie fototranzystor lub fotodiodę. Fotorezystor (LDR), na przykład ORP12, jest zbyt do tego celu zbyt powolny.

Gdy koło się kręci, światło dociera do czujnika w formie impulsów, których częstotliwość jest miarą szybkości obrotowej koła. Moduły potrzebne do wykonania takiego urządzenie zostały już opisane. Czujnik światła w części 1, a systemy podczerwieni w części 5.

Na zbliżonej zasadzie działa urządzenie, które wymaga namalowania na osi lub na kole czarnych i białych pasków i rejestrowania odbijanego przez nie strumienia światła (lub podczerwieni). Istnieją kompletne czujniki foto-odbiciowe z umieszczonymi obok siebie w jednej



Rys. 10.1. Schemat blokowy i rozkład wyprowadzeń czujników z efektem Halla typu UGN3132U UGN3133U.



Rys. 10.2. Zasilanie obwodu wyjściowego czujnika.

obudowie LED i fototranzystorem podczerwieni.

Metody te są dobrze opanowane, ale w niektórych warunkach niepewne, zwłaszcza gdy istnieje ryzyko zakłócenia ich działania przez światło zewnętrzne lub przez podczerwień. Ryzyko to można wyeliminować tylko za pomocą systemu kodowania (moduły kodujący i dekodujący opisano w części 5).

Przełączniki z efektem Halla

Są także dostępne niedrogie czujniki z efektem Halla, które w jednym układzie scalonym zawierają sam czujnik magnetyczny, stabilizator napięcia, obwód stabilizacji temperaturowej, wzmacniacz, przerzutnik Schmitta i tranzystor z otwartym kolektorem. Chodzi w tym wypadku o UGN3132U i UGN3133U, które z zewnątrz przypominają mały tranzystor. Ich trzy wyprowadzenia to zasilanie, 0V i wyjście. Działają przy napięciu zasilania od 4,5V do 24V i są wewnętrznie zabezpieczone przed odwróceniem polaryzacji. Są ponadto całkowicie wolne od zakłóceń wywoływanych przez odbijanie się styków i bardzo czułe. Schemat blokowy tych czujników jest pokazany na **rys. 10.1**.

Trzeba zwrócić uwagę na wyjściowy tranzystor z otwartym kolektorem. Nieświadomy użytkownik gdyby przyłączył woltomierz pomiędzy wyjście a 0V, rozczarowałby się brakiem napięcia. Wyjście z otwartym kolektorem jest to po prostu tranzystor, którego kolektor jest pozbawiony wewnętrznego połączenia. Trzeba połączyć go na zewnątrz z jakimś podzespołem, przez który może do niego dopłynąć prąd. Doskonale nadaje się do tego rezystor, jak pokazuje schemat na **rys. 10.2**.

Wyjście to może pobierać do 25mA. Przy napięciu zasilającym 12V i rezystorze 1kW prąd kolektora wynosi 12mA, znacznie mniej od dopuszczalnego. Dla modułu procesorowego zupełnie wystarczy 1,2mA przy oporności 10kW.

W nieobecności pola magnetycznego wyjście układu 3132 jest bliskie 0V, a po zbliżeniu magnesu przerzuca się do stanu wysokiego. Stany wyjścia układu 3133 są przeciwne.

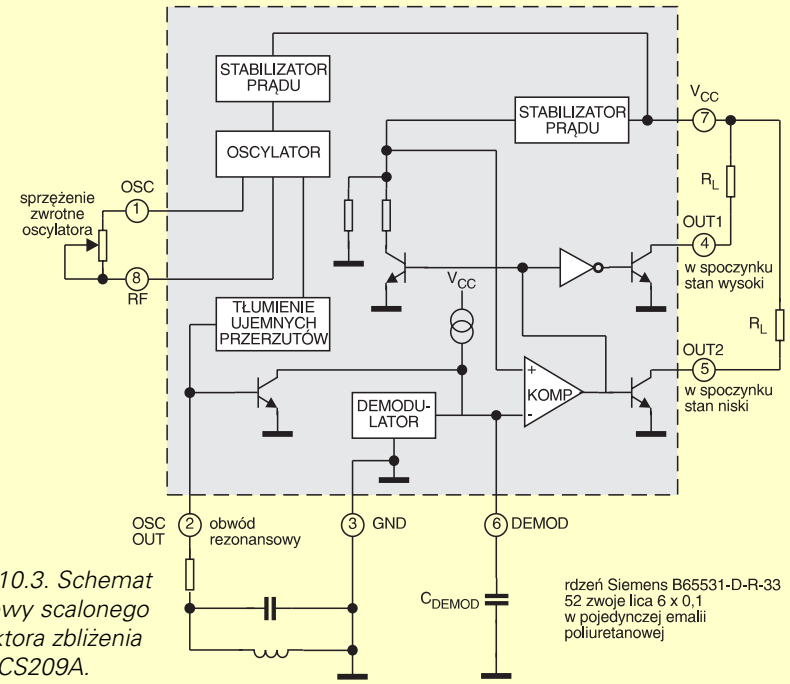
Trzeba też pamiętać, że pole magnetyczne musi być właściwie skierowane względem czujnika magnetycznego. Jeżeli czujnik nie działa, należy spróbować odwrócić magnes o 90˚.

Detektor zbliżenia CS209A

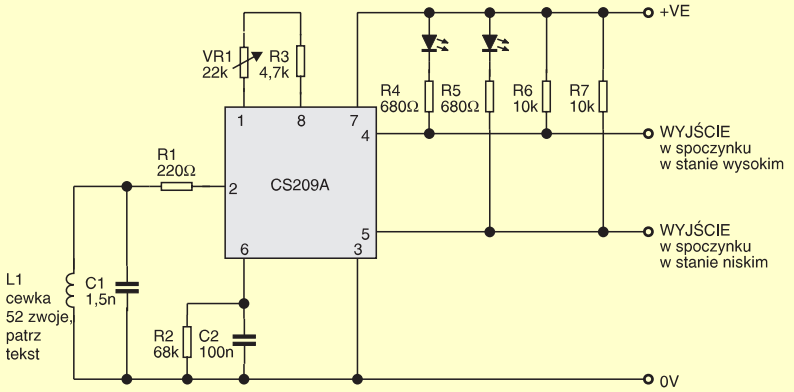
Za pomocą scalonego detektora zbliżenia typu CS209A z paru jeszcze elementami daje się wykrywać różne metale, zwłaszcza miedź i aluminium. Jest on w miarę czuły, ale bardziej skomplikowany. Jest to układ 8-nóżkowy, działający przy zasilaniu od 4V do 24V, wyposażony w dwa wyjścia z otwartym kolektorem podobnie jak układy z efektem Halla. Jego zastosowania są liczne, w tym jako czujnika obrotów, czujnika monet i czujnika metali w szerszym zakresie, na przykład rur i kabli w ścianach. Schemat blokowy jego struktury wewnętrznej jest przedstawiony na **rys. 10.3**.

Szczegóły sposobu użycia tego układu scalonego w module pokazuje **rys. 10.4**. Jego wyjścia 4 i 5 są oznaczone na schemacie jako wysokie i niskie w stanie spoczynkowym.Oba wyjścia wymagają rezystorów podciągających (RL na rys 10.3, czy R6 i R7 na rys. 10.4), umożliwiających im przerzucanie się pomiędzy stanem niskim a wysokim w reakcji na zmiany natężenia pola magnetycznego.

Jedno lub oba wyjścia mogą sterować widoczne na rys. 10.4 LED, D1 i D2. Jeżeli są potrzebne tylko takie wyjścia,



Rys. 10.3. Schemat blokowy scalonego detektora zbliżenia typu CS209A.



Rys. 10.4. Przykładowy schemat układu wykorzystującego CS209A.

a sterowanie następnym modułem nie jest wymagane, rezystory R6 i R7 można pominąć.

Zastosowane kondensatory powinny być wysokiej jakości, C1 polistyrenowy o wąskiej tolerancji i warstwowy poliestrowy C2. Na rys. 10.1 nie ma kondensatora blokującego zasilanie, moduł ten bowiem będzie prawdopodobnie częścią większego układu, blokowanego w sposób omówiony w części 1. Nawiasem mówiąc układ taki wymaga kondensatora blokującego o pojemności min. 10nF.

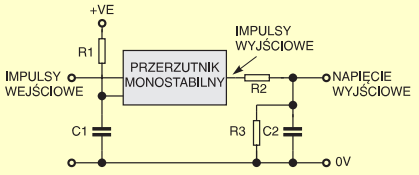
Cewka detekcyjna

Inaczej niż UGN3132 i UGN3133, układ CS209A nie jest bezpośrednim czujnikiem metalu, emituje jedynie na zewnątrz sygnał elektromagnetyczny za pośrednictwem cewki L1, połączonej przez rezystor R1 i wyprowadzenie 2 z wewnętrznym oscylatorem układu. Rezystor ten służy do ograniczania prądu cewki, gdy obwód L1-C1 nie jest dostrojony do częstotliwości oscylatora.

Kondensator C1 tworzy wraz z cewką L1 obwód rezonansowy, od dostrojenia którego zależy prąd płynący w L1. Oscylator dostraja się dokładnie za pomocą potencjometru VR1, przy czym R3 wyznacza minimalną oporność obwodu strojenia. W razie potrzeby potencjometr ten można zastąpić potencjometrem montażowym.

Przedmioty metalowe zbliżone do cewki wpływają na amplitudę sygnału w cewce poprzez rozstrojenie obwodu. Układ CS209A reaguje na zmiany tej amplitudy. Jako cewki zbliżeniowej można użyć dławika 100µH. Doskonałe wyniki daje się także osiągnąć za pomocą cewki własnej roboty, jeżeli jej większe rozmiary nie okażą się kłopotliwe. Do pierwszych prób nadaje się około 50 zwojów zwyczajnego drutu montażowego, nawiniętego na tekturowej rurce o średnicy 3cm lub 4cm. Grubszy drut zapewnia większy zasięg detekcji, a drut w emalii zajmie mniej miejsca niż w drut w izolacji winylowej.

W układzie na rys. 10.4 D1 świeci, gdy metal został wykryty. Potencjometr VR1 należy ustawić tuż poniżej progu świecenia D1, a tuż powyżej progu świecenia D2. Gdy LED nie zostały przewidziane, to do wyjścia będącego w spoczynku w stanie niskim (połączonego z R7) trzeba przyłączyć woltomierz i ustawić VR1 w pozycji tuż po przerzuceniu wyjścia ze stanu wysokiego do niskiego. Przesunięcie metalowego przedmiotu w pobliżu cewki (na przykład cążek) powinno wywołać zmianę stanów LED, albo ponowne wychylenie się woltomierza. W przeciwnym wypadku trzeba dokładniej nastawić VR1.



Rys. 10.5. Przetwornik częstotliwości na napięcie z przerzutnikiem monostabilnym.

Odszukiwanie błędów

Układ ten może być trudny do uruchomienia, ponieważ indukcyjność cewki i pojemność C1 są w znacznym stopniu uzależnione od częstotliwości oscylatora. Detektor może jednak bardzo dobrze działać, potrzeba tylko trochę wytrwałości. Niewielkie zmiany cewki lub jej doprowadzeń wpływają na obwód i wymagają ponownej regulacji VR1, zmieniającej oporność pomiędzy wyprowadzeniami 1 i 8 układu scalonego. Nawet zmiana długości przewodów prowadzących do cewki wpływa w istotny sposób na punkt przełączania układu.

Przy wartościach podanych na rys. 10.1 oporność pomiędzy końcówkami 8 i 1 może zmieniać się od 4.7kW do 27kW. Jeżeli LED nie zmienią stanu w całym tym zakresie, być może cewka wymaga poszerzenia zakresu zmian oporności. W takim razie można spróbować zastąpić VR1 potencjometrem montażowym 100kW, a R3 zmienić na 1kW. Zmiana stanów LED powinna teraz już być możliwa, ale dokładne dostrojenie częstotliwości będzie znacznie trudniejsze.

Gdy nie można zaświecić D1, to trzeba zwiększyć całkowitą oporność obwodu (VR1 + R3) albo podwyższyć pojemność C1. Jeżeli D1 nie da się zgasić, to trzeba zmniejszyć oporność albo pojemność.

Tachometr z układem 555

Do konwersji impulsów otrzymanych z detektora szybkości obrotowej na sygnał proporcjonalny do szybkości można użyć przetwornika częstotliwości na napięcie, otrzymując w ten sposób tachometr. Ponownie pojawia się w tym kontekście czasowy układ scalony 555, skonfigurowany tym razem jako przerzutnik monostabilny, podobny do opisanego w części 2 (rys. 2.10). Do tego celu nadaje się w zasadzie każdy przerzutnik monostabilny, jednak 555 wyróżnia się, potrzebną ze względu na dokładność przetwarzania, dobrą stabilnością czasową. Okazuje się, że z dokładnością wiążą się pewne problemy. Zasadę działania przetwornika wyjaśnia **rys. 10.5**. Przerzutnik działa jako bufor i sterownik szerokości impulsów. Każdy impuls wejściowy przerzuca wyjście przerzutnika w stan wysoki na ustalony czas. Impulsy wejściowe mogą być krótkie i o zmiennej długości, ale długość impulsów wyjściowych jest stała, jak pokazuje **rys. 10.6**. Jednakże w tym systemie maksymalna częstotliwość zależy od czasu przerzutu przerzutnika. Gdy częstotliwość impulsów wejściowych będzie zbyt duża, wyjście przerzutnika po prostu pozostanie na stałe w stanie wysokim. Czas przerzutu przerzutnika oblicza się z zależności:

$t = 1{,}1 \times R1 \times C1$

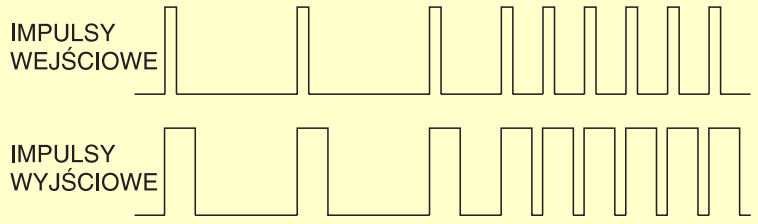
gdzie t jest w sekundach, R1 jest w omach, a C1 w faradach. Jak już wspominano przy innych okazjach, wygodniej jest oporność wyrażać w megaohmach (MW) i pojemność w mikrofaradach (µF), a czas otrzyma się także w sekundach.

Okres (T, wyrażony w sekundach) i częstotliwość (f, mierzona w hercach, Hz) wiąże zależność:

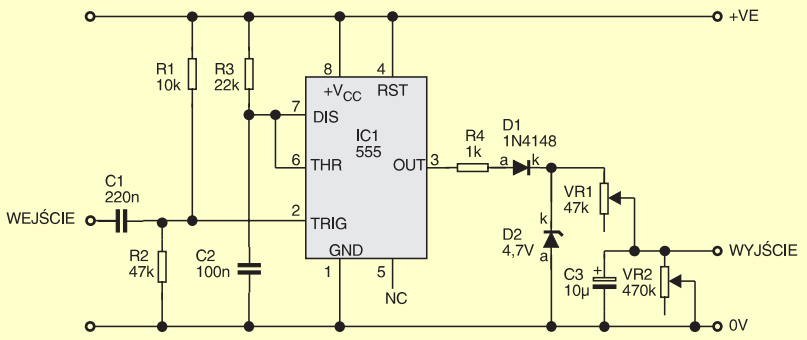
$f = 1/T$

Dzięki stabilności impulsów wyjściowych tak pod względem amplitudy, jak i długości, kondensator C2 ładuje się do napięcia zależnego od częstotliwości impulsów wejściowych. Na napięcie to mają wpływ także oporności rezystorów R2 i R3 oraz pojemność kondensatora C2, ale gdy są one stałe, napięcie wyjściowe jest w przybliżeniu proporcjonalne do częstotliwości.

Układ działa dobrze, jeżeli zakres częstotliwości nie jest zbyt duży, dobre wyniki można otrzymać jeśli się trochę poeksperymentuje. W zbyt szerokim zakresie proporcjonalność napięcia do częstotliwości nie jest w pełni zachowana. Zależnie od zastosowania może mieć to znaczenie, ale nie zawsze. Dla bardzo małych częstotliwości, np. niższych od 5Hz, tętnienia napięcia wyjściowego stają się znaczne.



Rys. 10.6. Impulsy wejściowe i wyjściowe przerzutnika monostabilnego.



Rys. 10.7. Schemat tachometru z układem 555.

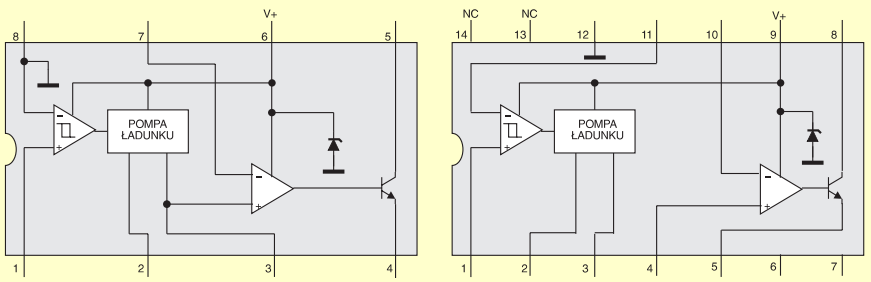
Schemat tachometru z układem 555

Kompletny schemat tachometru z układem scalonym 555 jest pokazany na **rys. 10.7**. Przerzutnik jest wyzwalany impulsami ujemnymi (gdy dodatnie napięcie spada do zera) przez wejście 2. Progiem wyzwalania jest 1/3 napięcia zasilania.

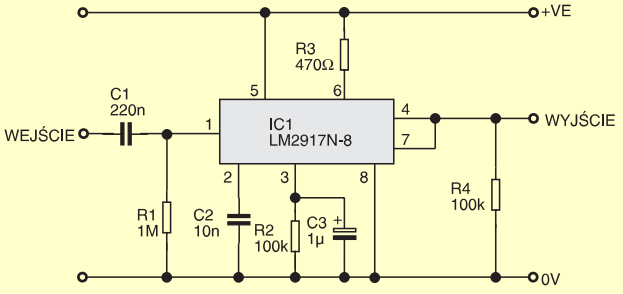
Pewność działania z różnorodnymi sygnałami wejściowymi zapewnia sprzężenie zmiennoprądowe przez kondensator C1. Tylko sygnał o szybko opadającym napięciu może wyzwolić układ. Dzięki takiemu sprzężeniu przerzutnik zostanie wyzwolony każdym ujemnym skokiem napięcia, przewyższającym napięcie progowe. Do kalibracji modułu można użyć generatora fali prostokątnej, połączonego z wejściem pojemnościowym.

Czas przerzutu przerzutnika monostabilnego dobiera się rezystorem R3 i kondensatorem C2. Napięcie wyjściowe otrzymuje się z wyjścia 3 przez rezystor R4, diody D1 i D2 i potencjometr VR1. Dioda D1 uniemożliwia przepływ prądu zwrotnego, gdy wyjście 3 jest w stanie niskim. Dioda Zenera D2 zapewnia stałość amplitudy impulsów docierających do VR1, niezależnie od fluktuacji napięć w innych punktach układu, zwłaszcza napięcia zasilania. Napięcie stabilizacji diody Zenera nie ma wielkiego znaczenia, pod warunkiem, że jest niższe od napięcia zasilania o co najmniej 2V. Rezystor R4 ogranicza prąd płynący przez D2 w czasie, gdy wyjście 3 jest w stanie wysokim.

Za pomocą potencjometru VR1 dobiera się prąd płynący do kondensatora C3, na którym ustala się napięcie wyjściowe przetwornika. Potencjometr VR2 służy do regulacji tempa odpływu ładunku z C3, dzięki któremu napięcie na C3 obniża się po zmniejszeniu się częstotliwości impulsów wejściowych. Od pozycji VR2 zależy także poziom tętnień napięcia wyjściowego. Ustawienie VR2 należy dobierać w zależności od przewidywanego zakresu częstotliwości. Przy wyższych częstotliwościach oporność VR2 powinna być niższa, aby skrócić czas reakcji układu, a przy niższych, na przykład 5Hz, powinna być wyższa w celu zmniejszenia tętnień napięcia wyjściowego. Do monitorowania tego napięcia najlepiej nadaje się multimetr na odpowiednim zakresie, bowiem jego impedancja wejściowa jest wysoka i nie wprowadza on obciążenia w mierzonym punkcie. Jeżeli w układzie jest potrzebny odczyt napięcia wyjściowego, zamiast VR2 można włączyć miernik tablicowy o poborze 1mA przy pełnym wychyleniu. Może to jednak wymagać zmniejszenia pojemności C3, pod warunkiem, że tętnienia utrzymają się w dopuszczalnym zakresie. Do monitorowania napięcia wyjściowego nadaje się także wyświetlacz słupkowy, opisany w części 8 (rys. 8.9).



Rys. 10.8. Schematy blokowe scalonych tachometrów LM2917N-8 (z lewej) i LM2917N (z prawej).



Rys. 10.9. Schemat tachometru z układem LM2917N-8.

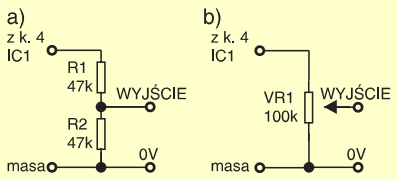
Tachometr z układem LM2917

Tachometryczny układ scalony LM2917 został specjalnie zaprojektowany do przetwarzania częstotliwości na napięcie. Jest on dostępny w dwóch wersjach, 8-końcówkowy LM2917N-8 i 14-końcówkowy LM2917N. Ta druga wersja umożliwia trochę większą swobodę przy projektowaniu układów, jednak w opisywanym module wykorzystano wersję 8-końcówkową. Wewnętrzne schematy blokowe obu wersji przedstawiono na **rys. 10.8**.

Układy te można zasilać napięciem od 8V do 28V. Cechuje je doskonała liniowość 0,3%, dużo lepsza od osiągalnej przez układ 555.

Rysunek 10.9 przedstawia 8-końcówkową wersję użytą jako tachometr ze zmiennoprądowym sprzężeniem wejściowym przez obwód C1-R1. Można do niego zastosować jeden z wcześniej opisanych czujników, przedstawionych na rys. 10.2 lub 10.4.

Przez rezystor R3 dopływa prąd do wewnętrznej diody Zenera przetwornika, która jest jego źródłem wzorcowym. Podana oporność R3 jest dostosowana do napięcia zasilania w granicach od 9V do 12V. Kondensator C2 służy do standaryzacji długości impulsów, kondensator C3 magazynuje ładunek dostarczany przez impulsy wejściowe z podlegającą pomiarowi częstotliwością, a rezystor R2 wyznacza tempo upływu tego ładunku. Zależności pomiędzy tymi trzema elementami są skomplikowane i tłumaczenie ich wykracza poza ramy tego artykułu. Warto zasugerować czytelnikom eksperymentowanie z wszystkimi trzema wartościami dla sprawdzenia reakcji LM2917 na częstotliwość w różnych zakresach.



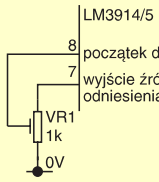
Rys. 10.10. Obniżanie napięcia wyjściowego układu z rys. 10.9.

Napięcie na wyjściu 4 otrzymuje się z otwartego emitera tranzystora wyjściowego, wymagającego użycia rezystora obciążającego R4. Z wyjścia jest także wzięta pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego do wejścia 7 wzmacniacza.

Tak jak w przypadku układu 555 napięcie wyjściowe można monitorować multimetrem cyfrowym na odpowiednim zakresie. Można do tego celu także użyć opisanego w części 8 (rys. 8.9) wyświetlacza słupkowego. Jeżeli zachodzi potrzeba obniżenia napięcia wyjściowego LM2917, to zamiast rezystora R4 można zastosować jeden z wariantów dzielnika napięcia, pokazanych na **rys. 10.10**. Rys. 10.10a przedstawia dzielnik stały, którego całkowita oporność wynosi około 100kW. Stosunek oporności rezystorów wyznacza napięcie otrzymywane w punkcie ich połączenia. Gdy ich oporności są jednakowe, napięcie wyjściowe jest połową wejściowego. Dzielnik pokazany na rys. 10.10b umożliwia płynną regulację napięcia wyjściowego od zera do maksimum.

Więcej o wyświetlaczach słupkowych

Wyświetlacze słupkowe LM3914 (liniowy) i LM3915 (logarytmiczny) zostały opisane w części 8 Klocków Elektronicznych (EdW 8/96) oraz w EdW 2/96. Dla tych czytelników, którzy chcieliby z nimi eksperymentować, interesujące będzie kilka dodatkowych szczegółów. Odnoszą się one do schematu modułu wyświetlacza na rys. 8.9 w części 8. Wyświetlacz ten działa poprawnie, gdy docierający do niego sygnał wejściowy zmienia się od 0V do 1,25V. Jeżeli sygnał przekracza ten zakres, do jego redukcji można użyć któregoś z dzielników, pokazanych na rys. 10.10. Sam natomiast układ wyświetlacza słupkowego ułatwia dostosowanie czułości do sygnałów niższych od 1,25V. Na rys. 8.9 w części 8 górny punkt 6 dzielnika rezystorowego jest połączony z wyjściem 7 wewnętrznego źródła wzorcowego układu. Napięcie wzorcowe da się obniżyć za pomocą potencjometru montażowego, połączonego z tymi wyprowadzeniami w sposób przedstawiony na **rys. 10.11**. Skutkiem tego zabiegu jest zwiększenie czułości wyświetlacza na sygnał mniejszy od 1,25V, porównywalne do użycia wzmacniacza.



Rys. 10.11. Regulacja czułości wyświetlacza słupkowego.

Zakończenie

Na tym kończy się seria Klocków Elektronicznych. Mamy nadzieję, że poszczególne jej części dały czytelnikom wgląd w sposoby łączenia różnych modułów w różnorodne układy o wielu zastosowaniach. Oczywiście, takie zestawy są znacznie liczniejsze, a z ich modyfikacji i inspiracji mogą powstawać nowe moduły i nowe układy. Jesteśmy pewni, że wyobraźnia czytelników przyczyni się do powstania nowych użytecznych i dostarczających rozrywki sposobów ich wykorzystania.

Max Horsey

Serię "Klocki Elektroniczne" opublikowaliśmy na podstawie umowy z Everyday with Practical Electronics.

Cd. ze str. 6

Piotr Lelito z Opola poruszył kilka spraw, niektóre już były sygnalizowane w Poczcie. Między innymi pisze: *Ostatnio dostałem katalog firmy P... z W..., lecz słyszałem dużo złego o firmie p. mgr. M... Pytam, czy waszym zdaniem warto zamawiać cokolwiek w tej firmie? Proszę o szczerą i obiektywną odpowiedź.*
Piotrze! Nie możemy dać Ci żadnej odpowiedzi, bo niczego tam nie kupujemy. W EP3/95 był zamieszczony list oburzonego klienta tej firmy. Temat rzeczywiście jest poważny i bolesny - dość często otrzymujemy podobne listy ze skargami czy ostrzeżeniami o oszustach. Nie widzimy tu swojej roli (nie możemy sprawdzać rzetelności ofert publikowanych w prasie elektronicznej), moglibyśmy jedynie publikować wasze opinie, oczywiście z podaniem nazwiska i adresu naciągniętej osoby (aby uniknąć fałszywych oskarżeń). W ten sposób dostępna byłaby informacja, gdzie nie kupować. Ale Piotr idzie dalej. Pyta: *czy moglibyście zamieszczać w EdW rubrykę STOP! OKAZJA?* Tu wchodzimy w dziedzinę handlu i reklamy. Jeśli chodzi o EdW, to przy mniej więcej dwumiesięcznym cyklu wydawniczym trudno byłoby zapewnić bieżącą informację a potem sensowną dystrybucję wysyłkową i w sklepach AVT małych partii tanich elementów. A tanie podzespoły pochodzą z kupowanych od dużych producentów końcówek produkcyjnych albo elementów z demontażu. Nie sposób więc przewidzieć co znajdzie się w ofercie za miesiąc. A dobre i tanie elementy błyskawicznie znikają z półek.
Oczywiście znamy sporo źródeł takich tanich elementów, ale najczęściej nie są to punkty sprzedaży detalicznej. Co robić? Wypada chyba tylko zachęcić sklepy i firmy prowadzące lub gotowe prowadzić, handel detaliczny i wysyłkowy do zareklamowania się na łamach EdW. Jeśli znacie lokalne źródła zakupu tanich elementów, zwróćcie się, żeby ogłosiły się w EdW - reklama w rubryce Rynek i Giełda jest bardzo tania (ok. 2 zł/cm^2), a i warunki prawdziwej pełnokolorowej reklamy są zachęcające. My ze swej strony możemy na podstawie Waszych listów stworzyć krajową mapę takich dobrych źródeł.

Krzysztof Wilkosz z Wrocławia pisze:
Mam 15 lat. Moje spotkanie z elektroniką zaczęło się około 2,5 roku temu. Mimo takiego stażu i usilnych poszukiwań przez dwa lata musiałem korzystać z pism dla profesjonalistów i książek popularnonaukowych, które nie dość, że przestarzałe, to jeszcze bardziej gmatwały moją niewielką wiedzę. Dopiero z EdW mogłem się dowiedzieć wszystkiego od początku. Ale czy na pewno od początku? Wydaje się, że autorzy poszczególnych artykułów nie zwrócili uwagi na fakt, że część (jeśli nie większość) czytelników dopiero z "Listów od Piotra" dowiedziało się, jak działa i jak jest zbudowany kondensator oraz jakie parametry go charakteryzują. Trudno od tak "zielonego" czytelnika wymagać, aby zrozumiał opis działania choćby prostego urządzenia elektronicznego, jeśli nie wie, jak dziala tranzystor czy dioda. W szkole podstawowej poświęca się na wytłumaczenie działania tych dwóch elementów jedną godzinę lekcyjną, więc któż zrozumie ich działanie, jeżeli na dodatek nauczyciel "oświeci" nas wcześniej, że "... w kondensatorze elektrolitycznym elektrolit jest dielektrykiem, ponieważ przewodzi prąd tylko w jedną stronę..." (!) Proponuję, aby na łamach EdW zadomowiła się rubryka, w której w jak najprostszy sposób przedstawiano by działanie jednego z układów proponowanych w numerze, która wprowadziła by "zielonych" czytelników w świat fachowego nazewnictwa. (...)
Co sądzicie o takich "zielonych kartkach" w EdW? Co powinny zawierać?

Cd. na str. 51

Szybkościomierz rowerowy

Przedstawione urządzenie może zostać wykorzystane jako szybkościomierz rowerowy lub jako tachometr do wszelkiego rodzaju obracających się obiektów. W szybkościomierzu zastosowano scalony tachometr z przetwornikiem częstotliwości na napięcie. Daje się go używać z różnymi przetwornikami i może współdziałać z miernikiem lub z wyświetlaczem słupkowym. Płytka drukowana została przewidziana do zmontowania 20-diodowego wyświetlacza słupkowego. Jeżeli jednak zamiast wyświetlacza będzie zastosowany miernik analogowy, ta część płytki może zostać pominięta. Płytka została zaprojektowana w taki sposób, że każda z trzech podstawowych sekcji układu może zostać oddzielona i użyta bez dwóch pozostałych. Jeżeli na przykład jest potrzebny tachometr, mogący bezpośrednio współdziałać z czujnikiem, to moduł detektora zbliżenia może zostać pominięty.

Schemat blokowy

Schemat blokowy, pokazany na **rysunku 1**, przedstawia zasadę działania szybkościomierza. Sygnał detektora zbliżenia, wywoływany każdym przesunięciem płytki drukowanej przez obracające się przed cewką czujnika koło, ma ostro zdefiniowane zbocza i doskonale nadaje się do wyzwalania układów liczących lub przetwarzających. Następnym stopniem jest przetwornik częstotliwości na napięcie, w którym użyto układu LM2971N-8 ze względu na jego niezłą dokładność. Sygnał przetwornika steruje podwójnym wyświetlaczem słupkowym o 20 diodach.

Schemat układu

Kompletny schemat szybkościomierza jest pokazany na **rysunku 2**. W czujniku obrotów koła użyto modułu zbliżenia, opisanego w części 10 Klocków Elektronicznych, do której odsyła się czytelnika po więcej szczegółów. Moduł ten obejmuje na rys. 2 cewkę L1 i układ detektora zbliżenia IC1. Zadaniem LED D21 jest sygnalizowanie zbliżenia metalu do cewki. Steruje ją sygnał z wyjścia 4 z otwartym kolektorem. Ta LED nie jest potrzebna w czasie eksploatacji szybkościomierza, ale jest niezbędna w trakcie jego uruchamiania i regulacji. Wyjście 5 IC1 jest także z otwartym kolektorem, w którego obwód wchodzi rezystor R5. W spoczynku wyjście to jest w stanie niskim, a wykrycie metalu przerzuca je w stan wysoki. Gdy więc koło obraca się, do wejścia 1 IC2 przez kondensator C4 dociera ciąg dodatnich impulsów.

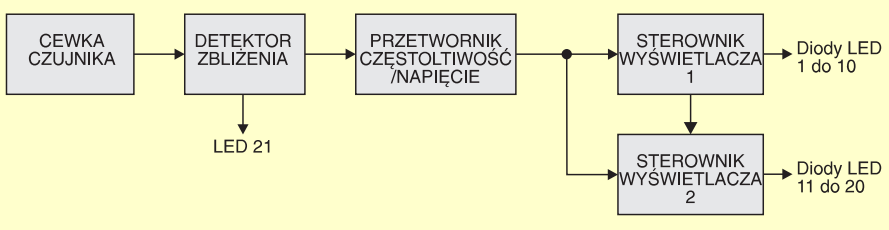
IC2 jest przetwornikiem częstotliwości na napięcie. Wewnątrz LM2917N-8 znajduje się dioda Zenera, dostarczająca dokładnego napięcia odniesienia. Prąd tej diody jest wyznaczony rezystorem R8, włączonym pomiędzy napięcie zasilające a wyprowadzenie 6 IC2. Napięcie Zenera jest stabilne, jeżeli napięcie zasilające przekracza 7,8V. Napięcie na wyjściu 4 tachometru wzrasta i opada zgodnie z częstotliwością sygnału wejściowego, a użytkownik może dokładnie dobrać pożądany jego poziom.

Liniowe sterowniki wyświetlaczy słupkowych IC3 i IC4, typu LM3914, są połączone szeregowo. Górne napięcie wewnętrznego dzielnika rezystorowego w IC3 jest ustalone przez potencjometr montażowy VR3 i wyznacza maksymalne napięcie na wejściu 5 IC3, wymagane do wyświetlenia pełnej skali. Do ustalenia pełnej skali wyświetlacza przy określonej szybkości roweru używa się obu potencjometrów, VR3 i VR2. Jest to wygodne, zwłaszcza przy innych zastosowaniach układu.

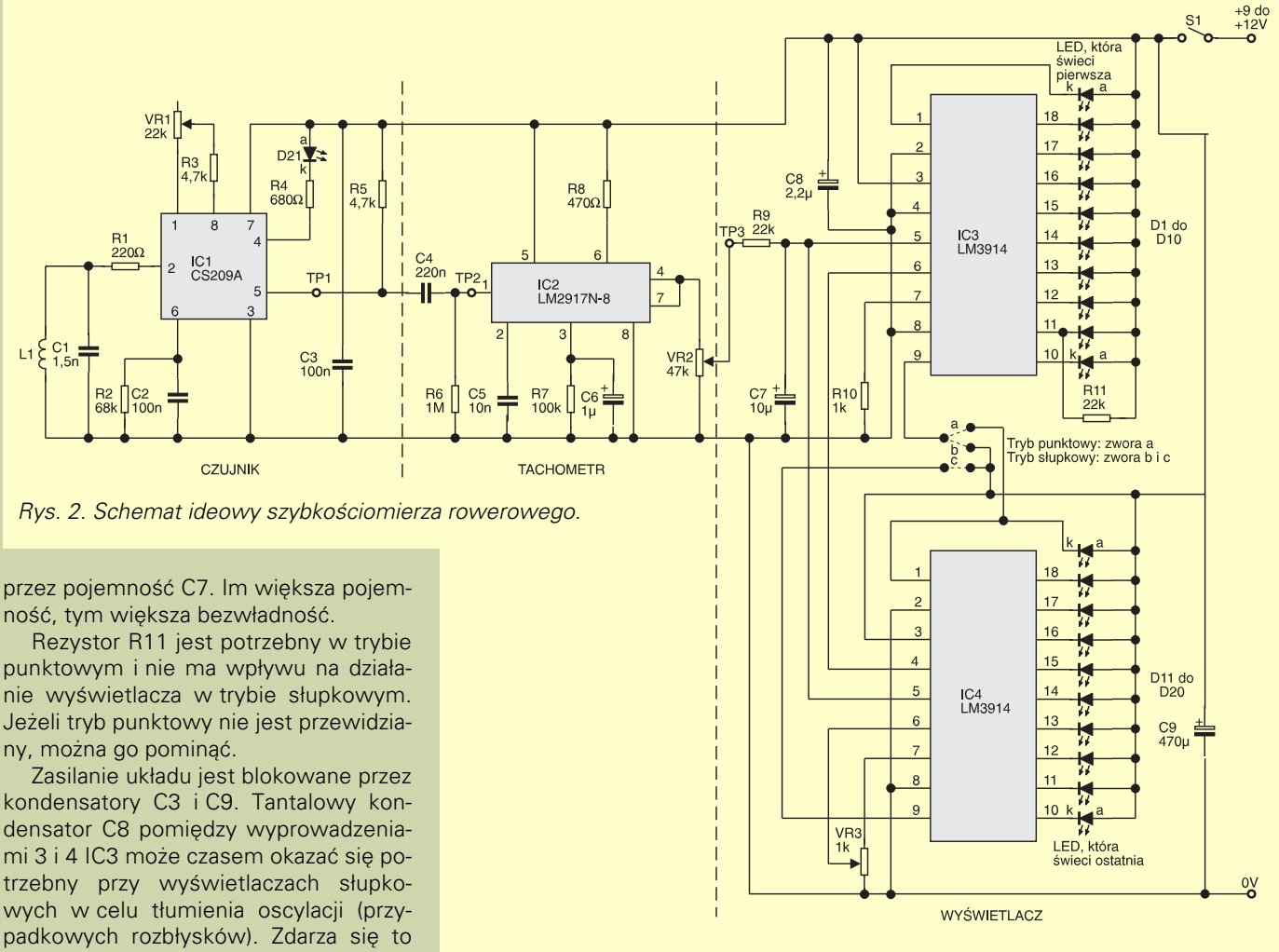
Tryb punktowy i słupkowy

Scalone sterowniki wyświetlaczy słupkowych zostały skonfigurowane do wyświetlania w trybie punktowym (czyli nigdy nie świeci więcej niż jedna LED) dla oszczędzania baterii. W prototypie zamiast osobnych LED użyto dobrej jakości 10-diodowych modułów wyświetlaczy słupkowych, każdy segment których pobiera 10mA. Można ewentualnie użyć oddzielnych LED wysokiej jasności.

Innym rozwiązaniem jest użycie niskoprądowych LED w trybie słupkowym. Na schemacie pomiędzy IC3 i IC4 widać trzy zworki (a, b i c). Dla trybu punktowego powinna zostać wstawiona zworka a, a dla słupkowego zworki b i c. W przypadku trybu słupkowego należy podwyższyć oporności R10 i VR3 do 4,7kΩ, co pięciokrotnie zmniejszy prąd LED. Sygnał wyjściowy tachometru, który jest doprowadzony do wejść 5 IC3 i IC4, przez rezystor R9 ładuje kondensator C7. Zmniejsza to tendencję do fluktuacji wyświetlacza, gdy częstotliwość sygnału na wejściu IC2 jest mała. Zmiany wskazań wyświetlacza stają się przez to bardziej bezwładne. Na stopień tej bezwładności (tłumienie) można wpływać po-



Rys. 1. Schemat blokowy szybkościomierza rowerowego.



Rys. 2. Schemat ideowy szybkościomierza rowerowego.

przez pojemność C7. Im większa pojemność, tym większa bezwładność.

Rezystor R11 jest potrzebny w trybie punktowym i nie ma wpływu na działanie wyświetlacza w trybie słupkowym. Jeżeli tryb punktowy nie jest przewidziany, można go pominąć.

Zasilanie układu jest blokowane przez kondensatory C3 i C9. Tantalowy kondensator C8 pomiędzy wyprowadzeniami 3 i 4 IC3 może czasem okazać się potrzebny przy wyświetlaczach słupkowych w celu tłumienia oscylacji (przypadkowych rozbłysków). Zdarza się to częściej w trybie słupkowym, gdy LED są połączone długimi przewodami. W niniejszym układzie można go prawdopodobnie pominąć i dodać tylko wtedy, gdy rozbłyski się pojawią.

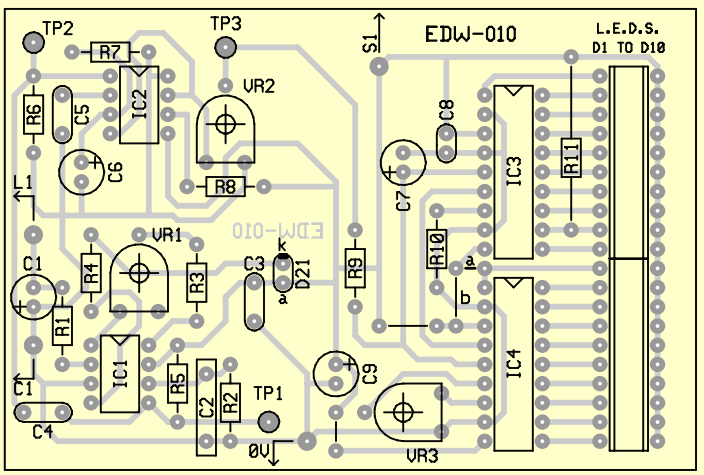
Montaż

Szczegóły płytki drukowanej przedstawia **rysunek 3**. Przed rozpoczęciem montażu trzeba sprawdzić, czy płytka mieści się w obudowie wraz z baterią. Dopasowywanie płytki jest znacznie prostsze przed zapełnieniem jej elementami!

Trzeba jeszcze zdecydować się na rodzaj zastosowanych LED i zgodnie z tym wybrać oporność R10 i VR3. Montaż zaczyna się od wlutowania podstawek układów scalonych i 10-diodowych wyświetlaczy słupkowych, jeżeli mają zostać użyte. Następnie wlutowuje się najmniejsze elementy, jak rezystory i małe kondensatory. C2 może być oznaczony przez 105 (co oznacza 100 000pF = 100nF). Przy montażu większych kondensatorów, elektrolitycznych, trzeba pamiętać o ich polaryzacji. Należy na koniec wlutować potencjometry montażowe, szpilkowe końcówki lutownicze do połączeń zewnętrznych i do punktów kontrolnych, oznaczonych TP1, TP2 i TP3. Dla trybu punktowego należy wykonać zworkę "a", a dla słupkowego zworki "b" i "c". Trzeba wreszcie wlutować przewody zasilania, pamiętając że dodatni łączy się z baterią przez wyłącznik S1.

Cewka czujnika

Specjalne cewki, przeznaczone do czujników CS209A, można czasem nabyć u niektórych dostawców, jednak do tego zastosowania czułość cewki własnej roboty okazała się wyższa. Do wykonywania takich cewek używa się zwykle drutu emaliowanego, ale okazało się, że zwyczajny drut montażowy 0,6mm w izolacji nadaje się do tego bardzo dobrze. Prototypową cewkę nawinięto na tekturowej rurce o średnicy 4cm.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Trzeba starannie nawinąć na rurkę 50 zwojów, nie zapominając o pozostawieniu z obu stron kilkucentymetrowych końców, potrzebnych do połączenia cewki z układem. Uzwojenie należy ułożyć warstwowo, ale jego grubość nie powinna przekroczyć 2cm. Cewka nie będzie wyglądać bardzo ładnie, ale przecież nie będzie widoczna! Po nawinięciu i starannym zaciśnięciu z każdej strony obejmami do przewodów cewkę należy zsunąć z rurki. Prototypowa cewka została mocno wciśnięta do małego czarnego plastykowego pudełka o wymiarach 75mm x 50mm x 25mm po jej nieznacznym zdeformowaniu do kształtu eliptycznego. W tym stadium nie należy jej jeszcze przyklejać, w pudełku bowiem trzeba jeszcze wywiercić otwory w celu przymocowania go do roweru. Cewkę trzeba połączyć z płytką drukowaną do sprawdzenia albo bezpośrednio, albo za pośrednictwem linki, względnie estetyczniej wyglądającego ekranowanego kabla audio. Cewka zostanie przymocowana mniej więcej w połowie widelca i długość przewodu łączącego ją z główną częścią układu musi zostać do tego dostosowana. W prototypie kabel został przylutowany do cewki, a z drugiej strony wyposażony we wtyczkę 2,5mm do łączenia z obudową szybkościomierza. Kabel można także i z tej strony przylutować, pomijając wtyczkę i gniazdko. Cewka po jednej stronie jest połączona z 0V i ta strona powinna łączyć się z oplotem kabla.

Sprawdzanie

Przed rozpoczęciem sprawdzania należy starannie przejrzeć płytkę drukowaną w poszukiwaniu wszelkich ewentualnych błędów czy zwarć, a potencjometry montażowe ustawić w środkowej pozycji. Trzeba też wsunąć do podstawek układy scalone i wyświetlacze słupkowe pamiętając o właściwym ich ukierunkowaniu.

Jeżeli posiada się zasilacz stabilizowany 5V z ograniczeniem prądu do 100mA, to należy użyć go do pierwszych prób, pamiętając jednak, że gdy świeci więcej niż 6 LED równocześnie, to napięcie zasilania może zacząć się obniżać. Jak już wspomniano, nie należy stosować 20 LED w trybie słupkowym, ponieważ doprowadzi to do szybkiego wyczerpania baterii i do przeciążenia scalonych sterowników wyświetlaczy.

Po stwierdzeniu braku elementarnych błędów, które mogłyby wywołać przeciążenie zasilacza 5V/100mA, można zasilić układ ze zwykłego zasilacza. Należy teraz usunąć z pobliża cewki wszelkie metalowe przedmioty i sprawdzić, czy LED D21 daje się zaświecić i zgasić za pomocą VR1 w granicach jego skrajnych pozycji. Może się zdarzyć, że wymagane oporności progowe nie zmieszczą się w zakresie wyznaczonym przez obwód VR1-R3 pomiędzy końcówkami 1 i 8 IC1. Zależy to od własności uzwojenia cewki i pojemności kondensatora C1. W takim przypadku trzeba ten zakres rozszerzyć podwyższając oporność VR1 (np. do 47kW lub 100kW) i obniżając oporność R3 (np. do 1kW), co powinno umożliwić zaświecenie i zgaszenie D21. Oczywiście jeżeli przyczyna trudności nie leży gdzie indziej.

Po ustaleniu wymaganego zakresu oporności, dla uzyskania najlepszej precyzji dostrajania do rezonansu, należy dobrać optymalne oporności, najmniejszą R3 i największą VR1.

Gdy D21 daje się zaświecić i zgasić za pomocą VR1, należy ustawić go tuż poniżej progu jej zgaszenia. Zbliżenie do cewki metalowego przedmiotu powinno wywołać zaświecenie się D21. Szybkie zbliżenie metalu do cewki i szybkie jego oddalenie powinno spowodować zaświecenie i zgaśnięcie kilku LED wyświetlacza. W celu uzyskania reakcji wyświetlacza trzeba ustawić VR2 na maksimum (do końca w kierunku przeciwnym ruchowi wskazówek zegara) i dobrać pozycję VR3.

Odszukiwanie błędów

Szybkościomierz rowerowy dzieli się wyraźnie na trzy moduły, z których każdy można sprawdzić woltomierzem oddzielnie. Po połączeniu ujemnego przewodu woltomierza z 0V układu trzeba zmierzyć napięcie w punkcie kontrolnym TP1. Gdy metal znajduje się w pobliżu cewki, napięcie to powinno być wysokie, tzn. równe zasilającemu, a po jego odsunięciu od cewki, powinno spaść do zera. W punkcie kontrolnym TP2 nie można się spodziewać mierzalnego napięcia, chyba że przełączy się woltomierz na bardzo czuły zakres. Przy pomocy oscyloskopu można jednak zauważyć niewielki wzrost i spadek napięcia powyżej i poniżej 0V, towarzyszący zbliżeniu metalu do i oddaleniu od cewki.

Napięcie w punkcie kontrolnym TP3 jest zbliżone do 0V, gdy metal nie porusza się w pobliżu cewki. Jeżeli jednak zbliża się i oddala, napięcie to zmienia się w granicach ułamka wolta.

Dalsze testy

Jeżeli układ nie działa poprawnie, nieustanne poruszanie metalowym przedmiotem w pobliżu cewki staje się uciążliwe. Trzeba więc użyć innego sposobu. Najpierw należy wyjąć IC2, aby uniknąć jego uszkodzenia, a następnie zewrzeć końcówkę 4 podstawki IC2 z napięciem zasilającym. Pokręcanie VR2 powinno wywoływać reakcje wyświetlacza. Regulacja VR3 może także okazać się potrzebna. Jeżeli ta część układu działa, można odłączyć tymczasową zworkę i z powrotem wstawić IC2.

Jeżeli dysponuje się generatorem sygnałowym, to należy wyjąć IC1, włączyć zasilanie szybkościomierza i doprowadzić sygnał z generatora do punktu kontrolnego TP1 lub TP2. Tryb działania generatora trzeba przełączyć na prostokątny, a jego szczytowe napięcie wyjściowe nie powinno przekraczać napięcia zasilania szybkościomierza. Trzeba teraz wolno zmieniać częstotliwość generatora od 1Hz do 20Hz. Wyświetlacz słupkowy i ewentualnie woltomierz przyłączony do punktu TP3 powinny zareagować. Należy doregulować VR2.

W braku generatora sygnałowego można posłużyć się bardziej prymitywną metodą doprowadzania sygnału do układu IC2. Po odłączeniu układu IC1 trzeba nieustannie zwierać i rozwierać punkt TP1 z 0V za pomocą prowizorycznej zworki.

Kalibracja

Jak sprawdzono, cewka dobrze reaguje na elementy stalowe lub miedziane. Do cewki wykonanej według opisu doskonale nadaje się pokryta folią miedzianą płytka drukowana o wymiarach 6cm x 2cm. Dokładne wymiary płytek mają niewielkie znaczenie. Do dużego koła proponuje się zastosowanie dwóch płytek, a do małego jednej.

Kalibracji szybkościomierza można dokonać na dwa sposoby. Pierwszy polega na regulacji VR2 i VR3 w czasie pedałowania za samochodem jadącym z szybkością na przykład 30km/godz, chociaż specjaliści od bezpieczeństwa ruchu drogowego mogą tego nie pochwalać.

Druga metoda jest bezpieczniejsza, ale wymaga użycia generatora sygnałowego i obliczeń. Najpierw trzeba obliczyć obwód koła w centymetrach:

obwód = średnica ×pi = d ×3,142

Pamiętając, że 1km = 100.000cm, liczbę obrotów koła na kilometr otrzyma się ze wzoru:

liczba obrotów = 100.000/obwód

Otrzymany wynik trzeba jeszcze pomnożyć przez liczbę n, płytek umocowanych do koła, aby otrzymać liczbę impulsów na godzinę, odpowiadającą szybkości 1km/godz i podzielić następnie przez 3600, aby otrzymać liczbę impulsów na sekundę, czyli częstotliwość impulsów w Hz. Wszystkie te kroki można zebrać razem w jednym wzorze:

$$f = \frac{100000 \cdot n}{d \cdot 3{,}14 \cdot 3600} \text{Hz}$$

gdzie

f - częstotliwość

n - liczba płytek metalowych
d - średnica koła

Na przykład, dla roweru z kołem o średnicy 24 cali (61,0cm), wyposażonym w dwie płytki, częstotliwość ta wyniesie:

$$f = \frac{100000 \cdot 2}{61 \cdot 3{,}14 \cdot 3600} = 0{,}290\text{Hz}$$

Przed przystąpieniem do kalibracji trzeba wyjąć IC1 z podstawki i połączyć masę generatora z 0V układu, a wyjście z punktem kontrolnym TP1. Po ustawieniu generatora na częstotliwość 20 krotnie wyższą od obliczonej (w tym przykładzie 20 ×0,29 = 5,8Hz), trzeba za pomocą VR2 doprowadzić wyświetlacz do maksymalnego wskazania, po czym za pomocą VR3 do wskazania 20km/godz (czyli do zaświecenia się ostatniej diody pierwszego wyświetlacza). Dokładność cechowania można jeszcze sprawdzić nastawiając generator na 11,6Hz (40km/godz), a potem na 2,9Hz (10km/godz). Trzeba jednak pamiętać, że powyższe liczby odnoszą się tylko do koła o średnicy 24 cali.

Obudowa

Jako obudowę do prototypu wybrano zatrzaskiwane pudełko z ABS o wymiarach 131mm x 66mm x 30mm. Prostota sposobu otwierania wieczka ułatwia regulację potencjometrów montażowych. Pudełko wymaga jednak zabezpieczenia przed deszczem.

Płytkę należy tak umieścić w obudowie, aby wyświetlacz mieścił się po przeciwnej stronie niż bateria. Pozycję wyświetlacza należy starannie wyznaczyć na wieczku, po czym wywiercić i dopiłować w nim otwór, przez który wyświetlacz będzie widoczny na zewnątrz. W przypadku użycia indywidualnych LED trzeba wywiercić dla nich otwory. Diody nie powinny być w nie wsunięte. Przylutowane starannie do płytki będą lepiej widzialne pod otworami w obudowie. Pod otworami dla diod lub szczeliną dla wyświetlaczy trzeba przykleić czerwoną płytkę filtrującą, która zabezpieczy wnętrze obudowy przed deszczem oraz poprawi widzialność diod LED lub wyświetlacza przy świetle słonecznym. Jednak obraz będzie wyraźny, gdy wyświetlacz zostanie dociśnięty do czerwonego filtru. W prototypie w celu podwyższenia pozycji wyświetlaczy użyto pod nimi kilku dodatkowych podstawek.

W obudowie są potrzebne jeszcze otwory dla wyłącznika S1, kabla łączącego układ z cewką i do przytwierdzenia obejmy, mocującej obudowę do kierownicy roweru. Trzeba zadbać, aby żadna ze śrub obejmy nie zetknęła się od spodu z płytką drukowaną.

Po uruchomieniu i wyregulowaniu szybkościomierza LED D21 nie będzie już potrzebna, można więc ją usunąć. Można ją jednak pozostawić, trzeba tylko wywiercić dla niej w obudowie dodatkowy otwór i podobnie jak poprzednie zabezpieczyć go czerwonym filtrem. Wprawdzie przewód łączący cewkę z obudową nie wymaga ekranowania, ale kabel ekranowany nadaje całości porządniejszego, niż podwójny przewód, wyglądu. Jego pojemność wpływa na ustawienie potencjometru montażowego VR1.

Instalacja

Obudowę cewki należy umocować do jednego z ramion przedniego widelca mniej więcej w połowie jego długości. Metal widelca najmniej wpłynie na cewkę, gdy obudowę przytwierdzi się do niego najkrótszym bokiem.

Jak już wspomniano, do pobudzania cewki służą płytki drukowane o wymiarach 2cm x 6cm. Ich powierzchnia jest znacznie większa od powierzchni szprych, których oddziaływanie na cewkę może dzięki temu zostać wyeliminowane. W płytkach trzeba wywiercić małe otwory, które pozwolą umocować je do szprych za pomocą taśmowych zacisków do przewodów. Kabel łączący cewkę z główną częścią układu należy starannie poprowadzić wzdłuż widelca także mocując go zaciskami taśmowymi.

Pokręcając kołem trzeba na koniec doregulować VR1 i obserwując D21 doprowadzić do poprawnego reagowania układu. Obudowę z główną częścią szybkościomierza mocuje się do kierownicy roweru w pozycji zapewniającej optymalną widzialność wyświetlacza.

Alternatywny wyświetlacz

Alternatywą wyświetlacza słupkowego jest woltomierz, włączony pomiędzy 0V a punktem TP3. Można użyć woltomierza analogowego lub cyfrowego. Powinien on umożliwiać pełnoskalowy pomiar przy około 0,5V. Dokładne wskazanie można dobrać za pomocą VR2.

Maksymalne napięcie na wyjściu IC2 zależy od maksymalnej częstotliwości impulsów docierających do wejścia 1. Częstotliwość ta z kolei zależy od ilości płytek na kole roweru i od średnicy koła. Jeżeli napięcie wyjściowe przy szybkości 10km/godz osiąga 0,1V, to woltomierz o zakresie 0,5V umożliwi odczyt do 50km/godz, więcej niż potrzeba.

Przyjemnego pedałowania!

Max Horsey

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 220W
R2: 68kW
R3, R5: 4,7kW (zob. tekst)
R4: 680W
R6: 1MW
R7: 100kW
R8: 470W
R10: 1kW
R9, R11: 22kW (zob. tekst)
VR1: 22kW, potencjometr montażowy poziomy
VR2: 47kW, potencjometr montażowy poziomy
VR3: 1kW, potencjometr montażowy poziomy (zob. tekst)

Kondensatory

C1: 1,5nF, polistyrenowy 1%
C2: 100nF, poliestrowy
C3: 100nF, ceramiczny dyskowy
C4: 220nF, ceramiczny dyskowy
C5: 10nF, ceramiczny dyskowy
C6: 1µF/63V, stojący
C7: 10µF/25V, stojący
C8: 2,2µF/16V, tantalowy kroplowy (zob. tekst)
C9: 470µF/16V, stojący

Półprzewodniki

D1...D20: 2 moduły po 10 LED (zob. tekst)
D21: czerwona LED
IC1: CS209A, detektor zbliżenia
IC2: LM2917N-8, tachometr
IC3, IC4: LM3914, liniowy sterownik wyświetlacza słupkowego

Różne

L1: cewka (zob. tekst)
S1: miniaturowy wyłącznik jednoobwodowy
płytka drukowana
gniazdko i wtyczka audio 2,5mm
2 8-stykowe podstawki dwurzędowe
2 18-stykowe podstawki dwurzędowe
2 20-stykowe podstawki dwurzędowe (zob. tekst)
4 wsporniki płytki drukowanej
bateria 9V PP3 z zatrzaskiem
pudełko plastykowe 131x 66x30mm
pudełko plastykowe 75x50x25mm
kawałki foliowanej płytki do druku (zob. tekst)
filtr czerwony do wyświetlaczy
śruby z nakrętkami
zatrzaski na ramę roweru (zob. tekst)
kabel ekranowany (zob. tekst)
przewód montażowy

Komputerowe opowieści

część 1

Jak powstały komputery?

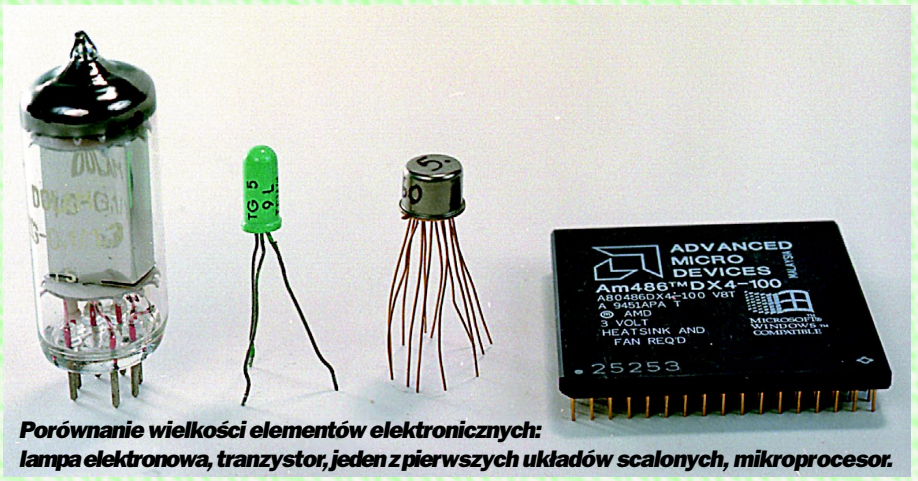
Podobno najbardziej twórczą cechą człowieka jest... lenistwo! Od słów "nie chce mi się" rozpoczęły się największe odkrycia i wynalazki. Ktoś powiedział "Nie chce mi się dźwigać ciężarów" i... wynalazł koło i wóz. Podobnie było z komputerami: wynaleźli je ludzie, którym nie chciało się liczyć i samodzielnie wyciągać wniosków z otrzymanych informacji. A zaczęło się to bardzo, bardzo dawno temu, za górami, za lasami, w dalekich Indiach, gdzie wymyślono cyfry i liczby dziesiętne. Później jakiemuś mądremu Hindusowi (inne źródła podają, że był to Chińczyk) nie chciało się liczyć na palcach i wynalazł... liczydło, taki dziwny przyrząd z kuleczkami na metalowych prętach. Teraz możesz je zobaczyć tylko w muzeum, ale jeszcze w latach sześćdziesiątych liczydła były używane w biurach i urzędach.

Po wynalezieniu liczydeł nastąpiła długa, trwająca tysiące lat przerwa. Dopiero na początku ubiegłego wieku skonstruowano pierwsze, mechaniczne urządzenia liczące, tzw. arytmometry. Do czasu rozpowszechnienia się silników elektrycznych napędzane były ręcznie, korbą, i w takiej postaci dotrwały prawie do naszych czasów. Nie wiem, czy jeszcze ktoś produkuje popularne niegdyś "kręciołki", ale podczas moich studiów było to podstawowe narzędzie do przeprowadzania bardziej skomplikowanych obliczeń matematycznych. Najbardziej jednak wyrafinowane i udoskonalone urządzenie mechaniczne miało zawsze jedną, dyskwalifikującą je wadę: pracowało niesłychanie wolno.

Ciekawostką, a obecnie także już zabytkiem muzealnym, było inne urządzenie do przeprowadzania obliczeń, które stało się niemal symbolem zawodu inżyniera, tak jak stetoskop jest symbolem zawodu lekarza. Był nim suwak logarytmiczny, na którym obliczeń dokonywało się w sposób analogowy, przesuwając względem siebie dwie linijki z naniesionymi wartościami. Ponieważ wynik odczytywało się na skali analogowej, 2x2 równało się najczęściej 3,9, a dopiero po przybliżeniu 4.

Wielki przełom nastąpił dopiero w 1904 r. Wybitny angielski uczony John Fleming dokonał epokowego wynalazku: skonstruował lampę elektronową! Była to dioda, prosty element prostowniczy, taki jaki w wersji półprzewodnikowej możemy dzisiaj kupić za parę groszy w pierwszym lepszym sklepie z częściami elektronicznymi. Rozpoczęła się era elektroniki. Ale na skonstruowanie pierwszego komputera trzeba było jeszcze długo czekać. Jak zwykle, wojna przyspieszyła rozwój techniki. Pierwsze, bardzo prymitywne komputery, zbudowane zostały do kierowania ogniem artylerii okrętowej na amerykańskich pancernikach. Zastosowane też zostały w "latających fortecach" - B17, umożliwiając synchroniczną pracę działek pokładowego systemu obronnego. Kolejny wielki moment to rok 1947, firma IBM zbudowała pierwszy prawdziwy komputer, ENIAC. Był to prawdziwy dinozaur, z trudem zmieściłby się w trzypiętrowym domu, zbudowany był na lampach i przekaźnikach. Zawierał w sobie ok. 150.000 lamp i mniej więcej tyle samo przekaźników. Pracował w systemie dziesiętnym. Przeciętny okres bezawaryjnej pracy wynosił ok. 2 godzin, pobierał on ok. 28000W energii, a jego możliwości były porównywalne do możliwości współczesnego nam, prymitywnego kalkulatorka! Jednak pierwszy krok został zrobiony i od tej pory prace nad doskonaleniem komputerów polegały głównie na zwiększaniu ich prędkości pracy i zmniejszaniem wymiarów.

Teraz postęp techniki pędzi już w zawrotnym tempie. W roku 1956 dwaj amerykańscy uczeni otrzymują za wynalezienie tranzystora, podstawowego elementu czynnego współczesnej elektroniki, najwyższe dla naukowca wyróżnienie: Nagrodę Nobla. Komputery stają się coraz mniejsze, pobierają coraz mniej energii, coraz rzadziej się psują. W tym samym okresie konstruktorzy wpadają na kolejny genialny pomysł: komputery zaczynają pracować w systemie dwójkowym, najprostszym z możliwych (o systemie dwójkowym powiemy więcej w dalszej części tego artykułu). Ale ciągle są to wielkie, skomplikowane maszyny, których obsługa jest możliwa tylko dla grupy wyszkolonych specjalistów. Dokonany zostaje kolejny wynalazek będący przełomem w elektronice: układ scalony. Wiele razy widziałaś takie układy, a nawet sama montowałaś z nich różne urządzenia. Tysiące tranzystorów można zmieścić w "kostce" wielkości czubka małego palca. Wynalazek układu scalonego umożliwił ludziom lądowanie na Księżycu, gdyż komputer zbudowany na układach scalonych udało się zmieścić w ciasnej kabinie statku Apollo. Nawiasem mówiąc,



Porównanie wielkości elementów elektronicznych: lampa elektronowa, tranzystor, jeden z pierwszych układów scalonych, mikroprocesor.

ten nowoczesny jak na tamte czasy komputer wysiadł, a właściwie "zadławił się" nadmiarem informacji podczas lądowania i Neil Armstrong w ostatnich momentach pilotował "Eagle" ręcznie!

Na fotografii możesz zobaczyć, jak zmniejszały się z biegiem czasu elementy elektroniczne. Miało to decydujące znaczenie dla rozwoju komputerów. Gdyby komputer typu IBM PC zbudować na lampach i przekaźnikach, to zająłby on chyba powierzchnię ogromnego domu i psułby się co parę sekund!

Kolejnym krokiem milowym w rozwoju elektroniki stało się opracowanie przez firmę INTEL pierwszego mikroprocesora. Najważniejsze elementy komputera mieszczą się teraz w kostce wielkości znaczka pocztowego. Tranzystory, układy scalone i mikroprocesory są produkowane w wielkich ilościach i stają się coraz tańsze. Zbudowanie małego, względnie taniego komputera, który mógłby być obsługiwany przez każdego i każdemu służyć, staje się faktem w połowie lat siedemdziesiątych. Pierwszym mikrokomputerem osobistym (ang. Personal Computer - PC) jest komputer Apple I, zbudowany w prymitywnych warunkach przez dwóch zapaleńców - Wozniaka i Jobsa. Pomysł domowego komputera podchwytuje gigant przemysłu komputerowego i powstaje IBM PC, który podbija świat. Z wyglądu nie różni się on prawie od współczesnych komputerów klasy PC. Jednocześnie powstają inne, rewelacyjne konstrukcje, popularyzujące komputery i sprawiające, że trafiają one "pod strzechy". W Anglii Sir Steve Sinclair skonstruował maleńki komputerek, Spectrum. Nie bardzo nadawał się on do poważnych prac, ale za to znakomicie do gier i prostych, domowych obliczeń. Do wyświetlania danych wykorzystywał on zwykły telewizor i był bardzo tani, co sprawiło, że kupiło go setki tysięcy, a może nawet miliony ludzi. Bawiły się nim dzieci, co spowodowało, że ludzie zaczynali swoje kontakty z komputerami nieraz już w wieku paru lat (tak, jak Ty). Podobną, lecz dużo lepszą konstrukcją był znakomicie Ci znany komputerek Commodore C64, tani i prosty, dostępny praktycznie dla każdego. Na obydwa te komputery napisano nieprawdopodobną ilość oprogramowania. Nie były to bynajmniej tylko gry, powstało też wiele programów użytkowych o poziomie prawie profesjonalnym. Szczególnie warto zapamiętać stworzony dla Commodore C64 system operacyjny GEOS. Nikogo dzisiaj nie dziwi system Windows pracujący na potężnych maszynach z szybkimi procesorami Pentium i pamięcią 32MB. Natomiast napisanie podobnego do Windows systemu GEOS pracującego na tym maleńkim komputerku było arcydziełem sztuki programowania. Możliwości GEOSa były jak na tamte czasy ogromne. Znakomity edytor graficzny, bardzo dobry edytor tekstowy, arkusz kalkulacyjny to tylko niektóre z "perełek" tego systemu. Na żaden chyba komputer nie napisano tylu dobrych gier, co na Commodore.

Dzisiaj te komputerki mają znaczenie jedynie historyczne, ale ich roli w rozwoju i popularyzacji informatyki nie sposób przecenić.

Obecnie wręcz nie możemy się obyć bez komputerów. Nawet ludzie nie związani bezpośrednio z techniką są bezradni bez ich pomocy. Komputer jest niezbędny dla adwokata, dla pisarza, dziennikarza, tłumacza i każdego, kto potrzebuje cokolwiek pisać. Bez komputera nie można już prowadzić interesów, nawet małe sklepy się w nie zaopatrują. Nie jestem w stanie nawet wyobrazić sobie zaprojektowania jakiegokolwiek urządzenia elektronicznego bez wykorzystywania komputerowego edytora schematów i co najważniejsze: programu do projektowania obwodów drukowanych. Komputery wygrały też wojnę! Tak, to prawda. Wojna w Zatoce Perskiej została wygrana przez elektronikę i komputery! Komputery zainstalowane w amerykańskich niewidzialnych samolotach, współpracujące ze sztucznymi satelitami i śledzące każdy ruch wroga, komputery głowic bojowych amerykańskich rakiet Cruise i Tomahawk, które z niewiarygodną precyzją naprowadzały pociski na cel. Każdy też wie o roli, jaką spełnił sterowany komputerowo system obronny Patriot. Komputery stały się też przyczyną tragedii na innej wojnie. To najlepszy przykład, że maszyna ta nie myśli, a tylko ślepo wykonuje zadania postawione jej przez programistów. Podczas wojny angielsko-argentyńskiej o Falklandy, angielski niszczyciel został trafiony rakietą "Excosset" i zatopiony. Atakująca rakieta została wcześniej wykryta przez sztuczne satelity i radar pokładowy, ale komputery na angielskich okrętach nie zareagowały. Przyczyna była prosta: rakieta ta była produkcji francuskiej. Ponieważ Anglia i Francja od dawna żyją w przyjaźni, w programach komputerów angielskich rakieta ta była zarejestrowana jako "friendly".

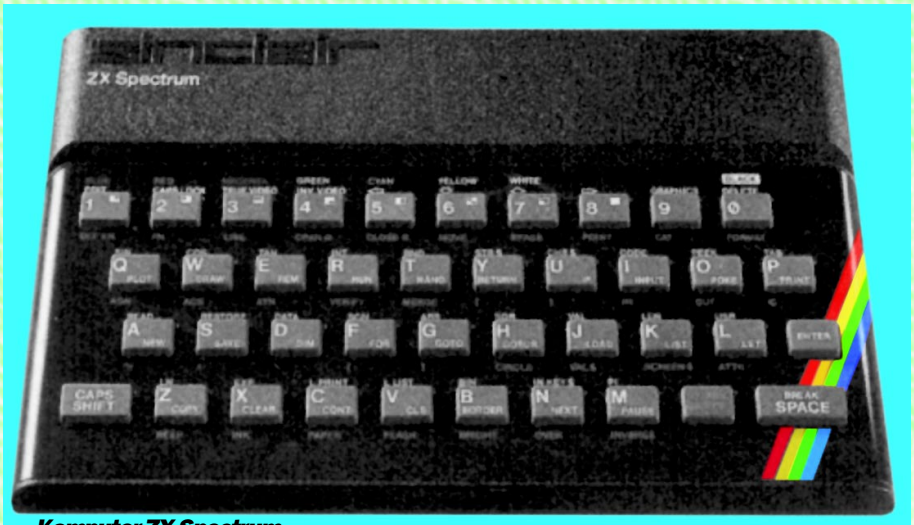
Oczywiście, jest to przykład nietypowy. W większości sytuacji na wojnie szybkość i precyzja komputerów pozwala osiągnąć takie rezultaty, jak w Zatoce Perskiej, czyli przede wszystkim zminimalizowanie strat wśród ludności cywilnej. Samotny rajd amerykańskiego niewidzialnego samolotu F117A, który jedną, naprowadzoną na cel z chirurgiczną precyzją bombą, zniszczył centrum telekomunikacyjne w Bagdadzie, rozpoczynając tym samym operację "Pustynna Burza" był także początkiem kształtowania się nowego oblicza wojny. W szaleństwie wzajemnego mordowania się będzie można znowu, dzięki zastosowaniu najnowocześniejszej elektroniki i komputerów, oszczędzić chociaż ludność cywilną, kobiety i dzieci. Epoka nalotów dywanowych na miasta zakończyła się.

Obecnie możemy śmiało powiedzieć, że na świecie po epokach pary i elektryczności nastała epoka elektroniki i informatyki, epoka komputerów!

I tak od liczydeł w starożytnych Indiach doszliśmy do współczesnych komputerów! Teraz zajmiemy się już tylko najpopularniejszym i chyba najlepszym w klasie komputerów osobistych, maszyną, z którą prawie każdy miał już do czynienia - IBM PC. Na zdjęciu na początku artykułu widzimy komputer klasy IBM PC, a właściwie kompletny system komputerowy.

Najpierw omówimy hardware, czyli konstrukcję komputera, zasady jego budowy i części składowe. Później przejdziemy do oprogramowania - software.

Zbigniew Raabe



Komputer ZX Spectrum.

Prosty mikrofon bezprzewodowy

Do czego to służy?

Mikrofon bezprzewodowy jest wygodniejszy w eksploatacji w stosunku do tradycyjnego mikrofonu, ponieważ nie wymaga długiego przewodu zasilającego. Lecz jest za to bardziej skomplikowany - musi się składać z mininadajnika FM oraz współpracującego z nim odbiornika, tworzących niezbędne łącze radiowe.

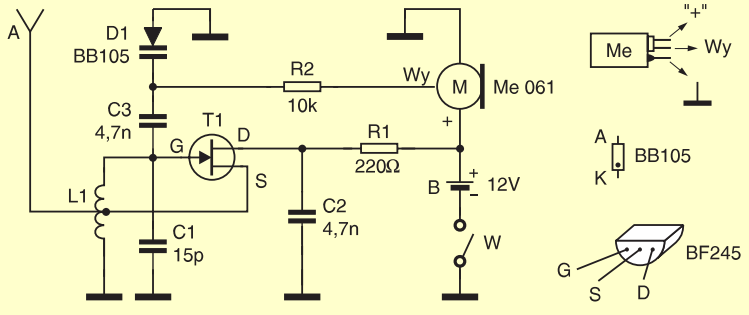
Profesjonalne zestawy takich mikrofonów są wykorzystywane w studiach RTV, a ich największe zalety uwidaczniają się podczas pracy reporterskiej w terenie. Ich ceny są znaczne (kilkadziesiąt tys. zł) i nie zachęcają do amatorskich zastosowań. Być może jest to jeden z powodów, dla których sprzedaż amatorskich mininadajników FM w postaci kitów TSM90, TSM54, TSM354, K1771 cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem.

Poniżej przedstawiamy jeszcze jeden mininadajnik do współpracy z domowym radioodbiornikiem UKF-FM, charakteryzujący się dobrymi parametrami przy konstrukcji uproszczonej do granic możliwości. Układ ten należy traktować jako dydaktyczną zabawkę oraz do celów eksperymentalnych (np. łączność pomiędzy pokojami, dozór osoby chorej czy małych dzieci).

Jak to działa?

Jak każdy foniczny nadajnik w.cz., tak i nasz mininadajnik składa się ze źródła sygnału w.cz. (czyli generatora), modulatora oraz wzmacniacza m.cz. z dołączonym mikrofonem. Schemat elektryczny urządzenia przedstawiono na **rysunku 1**. Sercem układu jest generator na tranzystorze polowym FET (T1-BF245) pracujący w układzie Hartleya. Zastosowanie tranzystora polowego wynikło z dwóch powodów. Pierwszym jest większa stabilność częstotliwości w porównaniu z tranzystorami bipolarnymi (większa impedancja wejściowa, a więc mniejsze tłumienie obwodu rezonansowego), zaś drugim - uproszczenie konstrukcji poprzez wyeliminowanie co najmniej trzech elementów (rezystorów polaryzacji i kondensatora wejściowego).

Częstotliwość fali nośnej jest narzucona poprzez elementy obwodu rezonansowego L1 C1 oraz pojemności dodatkowe (elementy modulatora oraz pojemności wejściowe tranzystora i pojemności montażowe). Odczep w okolicach połowy uzwojenia cewki to niezbędny punkt dodatniego sprzężenia zwrotnego generatora oraz punkt dołączenia anteny. Rezystor R1 ogranicza prąd drenu tranzystora do około 10...15mA zaś kondensator C2 to element filtrujący napięcie zasilania. Do modulacji częstotliwości zastosowano diodę pojemnościową D1-BB105 dołączoną do obwodu rezonansowego poprzez kondensator separujący C3. Od wartości tego kondensatora w dużym stopniu zależy maksymalna dewiacja nadajnika a także częstotliwość pracy układu. W układzie zrezygnowano ze wzmacniacza mikrofonowego, ponieważ wewnętrzny wzmacniacz z tranzystorem polowym w zastosowanym mikrofonie elektretowym Me 061 (prod. TONSIL) w zupełności wystarcza do zapewnienia dewiacji około 100kHz przy odległości około 5cm od ust. Mikrofony takie charakteryzują się wyjściem trójkońcówkowym o łatwej lokalizacji wyprowadzeń. Końcówka dołączona do obudowy mikrofonu jest biegunem ujemnym łączonym z masą, wyprowadzenie środkowe to



Rys. 1. Schemat ideowy mikrofonu bezprzewodowego.

Najciekawsze artykuły w bratnich miesięcznikach:

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA
Międzynarodowy magazyn elektroników hobbistów i profesjonalistów

EP 10/96

- ✓ Elektroniczna kość do gry
- ✓ Tester pilotów RC5, część 1
- ✓ Inteligentny sterownik oświetlenia samochodu
- ✓ Chorus gitarowy
- ✓ Wskaźnik wysterowania z funkcją peak hold
- ✓ Modułowe wyświetlacze LED, część 1
- ✓ Programator mikrokontrolerów, część 2
- ✓ Miniaturowa centrala alarmowa, część 2
- ✓ Detektor wylanej wody
- ✓ Miniaturowy wykrywacz metali

oraz

- ✓ Potencjometry półprzewodnikowe

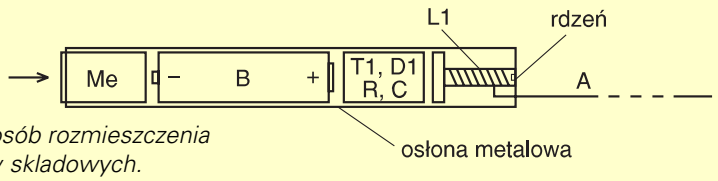
ELEKTRONIK ELEKTOR
MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

EE 9/96

- ✓ Wzmacniacz mocy HiFi z tranzystorami MOSFET
- ✓ Wskaźnik stereo
- ✓ Iluminofonia domowa
- ✓ Ochrona głośnika wysokotonowego
- ✓ Przystawka do pomiaru poziomu zniekształceń nieliniowych
- ✓ Moduł serwisowy do silników samochodowych
- ✓ Generator sygnałów testujących
- ✓ Zasilacz napięć symetrycznych
- ✓ Układ regulacji ładowania akumulatora z baterii słonecznej

oraz

- ✓ Magnetowidy cyfrowe



Rys. 2. Sposób rozmieszczenia elementów skladowych.

wyjście sygnału m.cz., które polaryzuje poprzez rezystor R2 katodę diody pojemnościowej, trzecie wyprowadzenie (skrajne) jest biegunem dodatnim, do którego doprowadza się napięcie zasilające (w niektórych egzemplarzach już od około 1,5V). Przy napięciu zasilania 12V moc wyjściowa nadajnika nie przekracza maksymalnej mocy (20mW) przeznaczonej dla tego typu układów eksperymentalnych. Częstotliwość wyjściowa urządzenia może być ustalana w zakresie 65...75MHz za pośrednictwem rdzenia w cewce. Chcąc uzyskać wyższy zakres pracy, czyli 80...108MHz, należy zmniejszyć wartość kondensatora C1 do około 4,7pF. Maksymalny zasięg urządzenia modelowego wynosił 20..50m, w zależności od napięcia zasilania (użyto nieco rozładowanej bateryjki oraz przeszkód na drodze sygnału - największy zasięg jest w otwartym terenie nad wodą).

Montaż i uruchomienie

Układ modelowy - ze względu na niewielką liczbę elementów składowych oraz chęć zapakowania konstrukcji do obudowy po zużytym grubym flamastrze - zmontowano sposobem przestrzennym bez użycia płytki drukowanej.

Jako konstrukcję wsporczą a jednocześnie ekran zastosowano pasek blachy pobielanej (np. z puszki po konserwach) wygiętej w kształt rynienki o średnicy dopasowanej do średnicy aluminiowej obudowy mikrofonu. Sposób rozmieszczenia poszczególnych elementów składowych przedstawiono na **rysunku 2**. W jednym końcu rynienki zamontowano mikrofon Me061 poprzez przylutowanie wyprowadzenia masy do blaszanego wspornika. W środkowej części zamontowano baterię alkaliczną typu L 1028/12V, której średnica jest porównywalna ze średnicą mikrofonu. W drugim końcu konstrukcji zamontowano cewkę L1 poprzez przylutowanie zimnego końca cewki do blaszanego wspornika. Cewka składa się z 5 zwojów drutu srebrzonego o średnicy 1mm (CuAg1) nawiniętych na plastikowy korpus z rdzeniem ferrytowym o średnicy 4mm. Drugi koniec uzwojenia połączono bezpośrednio z bramką tranzystora, zaś do środka uzwojenia (czyli na 2,5 zwoju) dołączono źródło tranzystora oraz odcinek przewodu o długości 20mm stanowiącej antenę. Pozostałe elementy składowe są przylutowane w bliskim sąsiedztwie tranzystora i cewki.

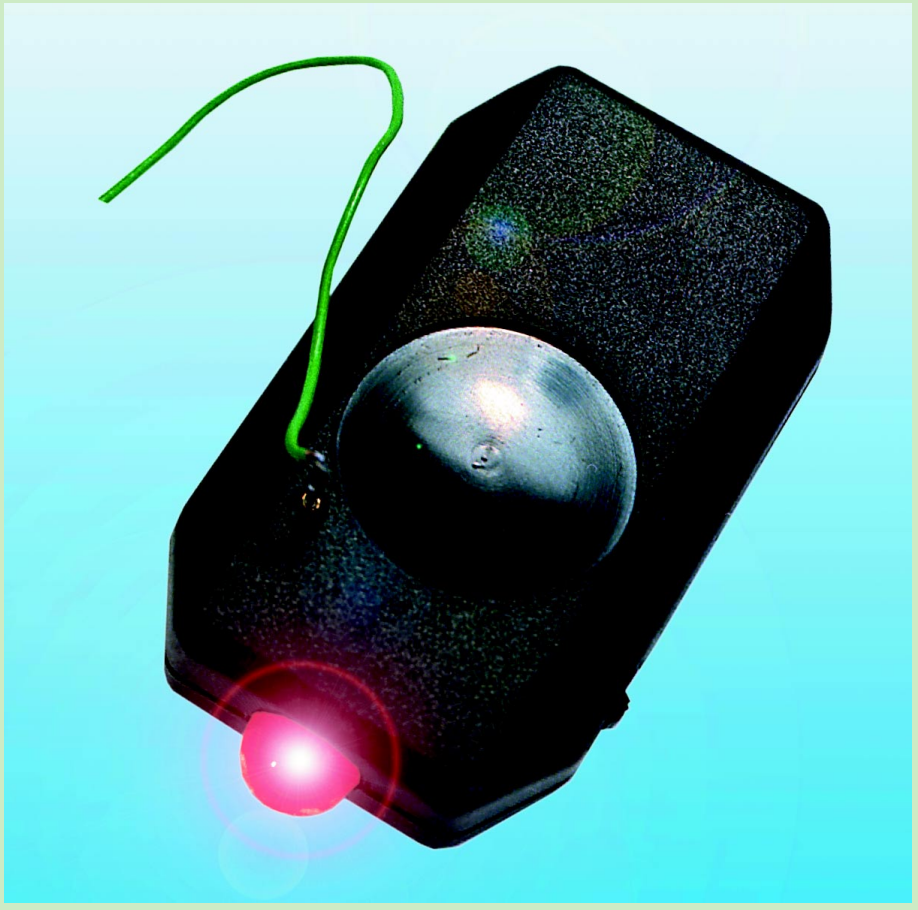
Po zmontowaniu układu należy przeprowadzić kontrolę częstotliwości pracy generatora za pośrednictwem miernika częstotliwości dołączonego poprzez kondensator kilku pF dołączony do wyjścia układu lub "na słuch" za pośrednictwem posiadanego odbiornika radiowego. W tym drugim przypadku (zapewne możliwym dla każdego) poprzez pokręcenie rdzeniem w cewce staramy się znaleźć taki punkt, w którym w głośniku zniknie charakterystyczny szum FM. Aby upewnić się, że uzyskaliśmy zgodność częstotliwości generatora z częstotliwością odbiornika, należy dmuchnąć do mikrofonu lub wypowiedzieć jakieś słowo z bliskiej odległości. Jeżeli usłyszymy w głośniku nasz głos lub wzbudzenie się głośnika (charakterystyczny gwizd wywołany sprzężeniem mikrofonu z głośnikiem), możemy uznać, że nasz układ jest zestrojony. Jeżeli w żadnym położeniu rdzenia nie uzyskamy sygnału wyjściowego, należy dobrać wartość kondensatora C1 (przy zmniejszaniu częstotliwość rośnie). W końcowej fazie można dobrać wartość kondensatora C3 na najbardziej przyjemną modulację bez zauważalnych większych zniekształceń sygnału i całość zapakować w obudowę (np. po zużytym grubym flamastrze). Jako obudowy można użyć także jednej z atrakcyjnych plastikowych obudów od autoalarmów np. KM12.

Andrzej Janeczek

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 220W
R2: 10kW
Kondensatory
C1: 15pF
C2, C3: 4,7nF, ceramiczny
Półprzewodniki
T1: BF245
D1: BB105
Różne
M: MeO61, mikrofon elektretowy trzykońcówkowy
L1: patrz tekst

Komplet podzespołów jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2117.



Latarka - stroboskop do ustawiania zapłonu

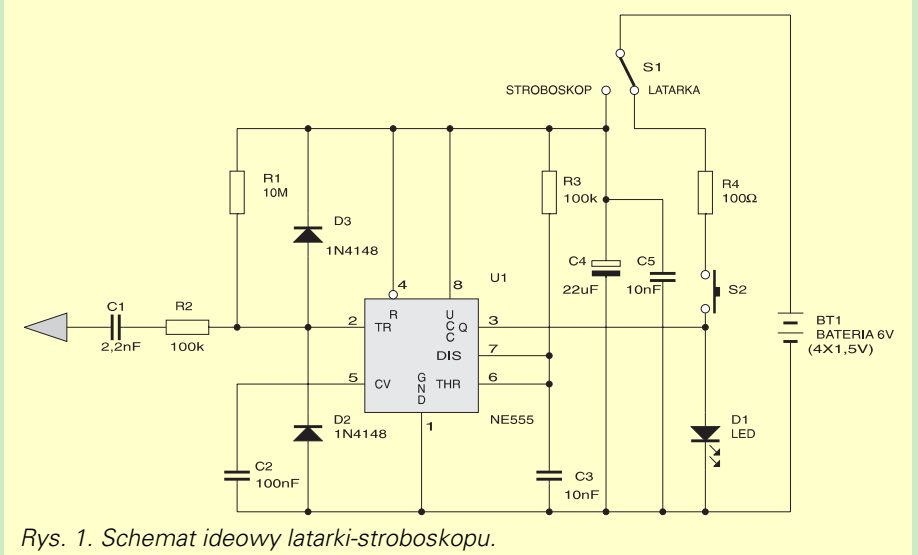
kit 2041 AVT

Do czego to służy?

To, co widzicie na fotografii, jest małym gadgetem samochodowym mającym dwa zastosowania. Przede wszystkim jest to malutka latarka, umożliwiająca np. odnalezienie dziurki od klucza w zamku samochodu w całkowitej ciemności. Siła jej światła jest także zupełnie wystarczająca do zlokalizowania przedmiotów z odległości nawet paru metrów czy też czytania. Jednak kolorowych ilustracji z oczywistych powodów nie radzimy w jej świetle oglądać.

Drugim zastosowaniem układu jest pomoc przy ustawianiu kąta wyprzedzenia zapłonu w silnikach benzynowych. Tego typu układy są produkowane i sprzedawane w sklepach motoryzacyjnych, lecz ich cena nie należy do przystępnych. Urządzenia fabryczne wykorzystują zwykle palniki wyładowcze od lamp błyskowych, co powoduje konieczność stosowania przetwornic 12...300V i skomplikowanego układu zapłonowego. My poszliśmy zupełnie inną drogą: jako element emitujący błyski światła wykorzystana została superjasna dioda LED. Siła jej światła jest zupełnie wystarczająca do zaobserwowania efektu stroboskopowego w przyćmionym świetle (urządzenia fabryczne też raczej nie działają poprawnie w pełnym słońcu).

Największymi atutami proponowanego urządzenia są z pewnością jego niska cena (jeden bardzo tani układ scalony) i miniaturowe wymiary. Nie bez znaczenia jest też fakt, że podczas ustawiania zapłonu nie musimy wykonywać jakichkolwiek połączeń z instalacją elektryczną samochodu.



Rys. 1. Schemat ideowy latarki-stroboskopu.

Jak to działa?

Na **rysunku 1** przedstawiono schemat elektryczny latarki - stroboskopu. No tak, znowu na tym schemacie widzimy NE555! Można się obawiać, ze Czytelnicy posądzą autora, że w przeszłości nauczył się zasady działania tego jednego układu i na tym zakończył swoją edukację! Tak źle może nie jest, a układ NE555 to prawdziwa rewelacja, potrafi prawie wszystko i pomimo sędziwego wieku nadal w wielu sytuacjach jest niezastąpiony. Powiedzcie zresztą sami: czy widoczny na schemacie układ można zrealizować prościej i taniej, używając lepszej i nowocześniejszej kostki?

Nasz kochany NE555 pracuje w układzie stroboskopu w typowej dla siebie konfiguracji generatora monostabilnego. Wykorzystano tu jedną z jego interesujących właściwości: wysoką czułość wejścia wyzwalającego TR. Do wejścia te-

go dołączono odcinek przewodu o długości ok. 1m, którego drugi koniec owinięty jest wokół przewodu wysokiego napięcia, idącego do świecy zapłonowej w silniku samochodu. Słabe impulsy indukujące się w tak utworzonej cewce okazują się zupełnie wystarczające do wyzwolenia generacji uniwibratora. Elementy R3 i C3 decydują o czasie trwania impulsu generowanego prze U1, a tym samym o czasie błysku diody D1. Z wartościami podanymi na schemacie czas ten wynosi ok. 1ms, co niej więcej odpowiada czasowi błysku stroboskopu wykorzystującego lampę wyładowczą. Jest to czas bardzo krótki i używając stroboskopu do regulacji silników o niezbyt wysokich obrotach możemy go wydłużyć przez zmianę wartości C3 lub/i R3. Dla lubiących eksperymentować Czytelników podajemy wzór niezbędny do obliczenia czasu trwania impulsu:

$T = 1{,}1\ R_3 \times C_3$ [s,W,F]

Ważną rolę w układzie pełni przełącznik S1. Pozwala on na zmianę trybu pracy układu i w pozycji pokazanej na schemacie umożliwia wykorzystywanie urządzenia jako latarki, a zasilanie układu NE555 jest w tym momencie odłączone. Naciśnięcie przycisku S2 powoduje zasilenie diody poprzez rezystor R4. Przy przeciwnym położeniu S1 zasilanie zostaje doprowadzone do układu uniwibratora i układ pracuje jako stroboskop.

Diody D2 i D3 zabezpieczają wejście wyzwalające NE555 przed ewentualnymi przepięciami, które mogłyby pojawić się na przewodzie - sondzie.

Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej pokazano na **rysunku 2**. Zanim rozpoczniemy montaż elementów elektronicznych, musimy najpierw dopasować płytkę do obudowy. Wykonujemy to przy pomocy pilnika lub papieru ściernego, zeszlifowując krawędzie płytki tak, aby wchodziła do obudowy lekko "na wcisk". Następnie montujemy elementy elektroniczne, rozpoczynając od najmniejszych, a kończąc na układzie scalonym i diodzie D1. Tym razem nie musimy podejmować decyzji o ewentualnym zastosowaniu podstawki pod U1. Jest to absolutnie niemożliwe ponieważ tak wykonana płytka nie zmieściłaby się w obudowie.

Jedyną nieco kłopotliwą czynnością podczas montażu układu w obudowie będzie z pewnością dopasowanie przycisku S2. Wlutowujemy go w płytkę i składamy obudowę. Przycisk z pewnością okaże się zbyt długi i będziemy musieli go nieco skrócić za pomocą pilnika. Czynność tę musimy wykonać z uwagą, aby nie "przedobrzyć", ponieważ przedłużenie końcówki przycisku okazałoby się znacznie trudniejsze niż jego skracanie.

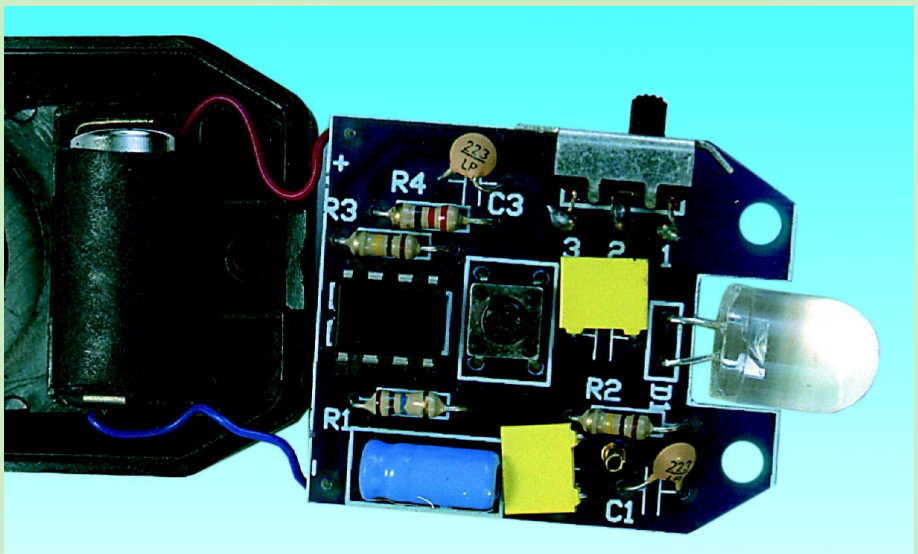
Do punktów lutowniczych oznaczonych na stronie opisowej płytki jako "1, 2, 3" przylutowujemy krótkie odcinki srebrzanki lub drutu miedzianego, a następnie przełącznik miniaturowy S1. W boku obudowy musimy za pomocą pilnika wykonać prostokątny otwór na dźwigienkę przełącznika.

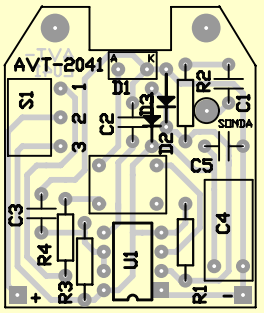
Układ zasilany jest z baterii 6V, a ściślej mówiąc z czterech miniaturowych bateryjek alkalicznych typu LR44. Najlepszą metodą zdobycia takich bateryjek jest zakupienie w sklepie z materiałami fotograficznymi baterii 6V i rozmontowanie jej (nie zmieściłaby się w obudowie). Wewnątrz znajdziemy potrzebne nam bateryjki, które kupiliśmy prawie dwukrotnie taniej niż kupując je pojedynczo.

Kłopotliwe będzie z pewnością dołączenie przewodu - sondy do układu. Najprościej byłoby go po prostu przylutować do punktu oznaczonego na płytce, ale uzyskany efekt byłby mało estetyczny. W prototypie zastosowano elementy pochodzące z rozmontowanych złącz komputerowych. "Żeńskie" gniazdko przylutowano do płytki, a "męską" wtyczkę do końca przewodu. Takie rozwiązanie daje łatwą możliwość odłączenia przewodu od urządzenia używanego jako latarka, ale także prawie całkowitą pewność, że prędzej czy później przewód zgubimy.

Ostatnią czynnością będzie wykonanie styków do baterii. Autor ufa w pomysłowość swoich Kolegów i jedynie podpowiada, że dobrym materiałem na nie z pewnością okażą się styki z uszkodzonego przekaźnika (np. R-15).

Zbigniew Raabe





Rys. 2. Płytka drukowana.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 10MW
R2, R3: 100kW
R4: 100W (22...100W - dobrać w zależności od potrzeb jasności D1)

Kondensatory

C1: 2,2nF
C2: 100nF
C3, C5: 10nF
C4: 22µF/16V

Półprzewodniki

D1: dioda LED f10mm o podwyższonej jasności, np. KINGBRIGHT L-813SRC/E
D3, D2: 1N4148 lub odpowiednik
U1: NE555

Różne

S1: przełącznik miniaturowy dwupozycyjny
S2: przycisk typu RESET, lutowany w płytkę
obudowa KM-15N

Uwaga: baterie nie wchodzą w skład kitu AVT-2041

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2041.

Niskoszumny przedwzmacniacz mikrofonowy

Do czego to służy?

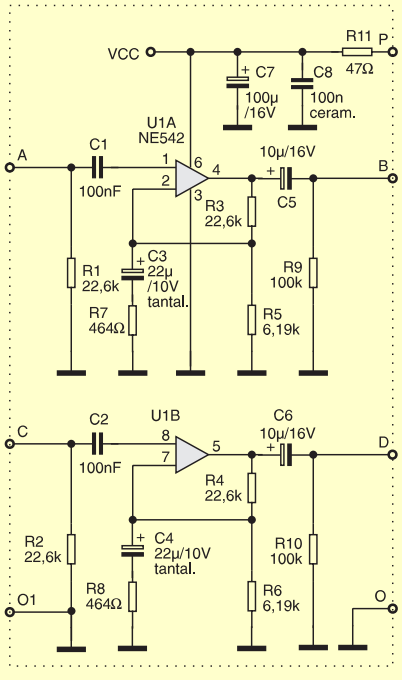
W poprzednich numerach EdW przedstawiliśmy kilka wzmacniaczy mocy audio. Przedstawiony dziś przedwzmacniacz zasilany pojedynczym napięciem, jest znakomitym uzupełnieniem każdej takiej końcówki mocy - umożliwia budowę prostego systemu nagłośnieniowego o bardzo dobrych parametrach.

Typowe wzmacniacze mocy dla pełnego wysterowania potrzebują sygnału o wartości kilkuset miliwoltów. Tymczasem typowy mikrofon może dostarczyć sygnał o wartości kilku do co najwyżej kilkudziesięciu miliwoltów. Potrzebny jest więc przedwzmacniacz. Co ważne, od parametrów tego przedwzmacniacza zależy końcowy poziom szumów. Opisywany układ zawiera popularną i tanią, ale bardzo dobrą kostkę NE542 (krajowy odpowiednik UL1322).

Nieprzypadkowo elementem czynnym jest kostka NE542. Jak wiadomo kluczowym parametrem przedwzmacniacza jest poziom szumów własnych.

Z doświadczeń Autora wynika, że układ NE542 pochodzący z dobrej zachodniej firmy, pozwala uzyskać mniejsze szumy, niż znany niskoszumny wzmacniacz operacyjny NE5532. Krajowy odpowiednik UL1322 ma jednak nieco większe szumy niż, na przykład kostka NE542 firmy Signetics (Philips).

Na uwagę zasługują niewielkie szumy napięciowe ($7nV/(Hz)^2$). Nie jest to wprawdzie rewelacja w porównaniu z zaprezentowaną w Klubie konstruktorów kostką SSM-2016, ale nawet przy współpracy z mikrofonem o rezystancji 200...700Ω jest to wartość zupełnie przyzwoita, biorąc pod uwagę cenę obu kostek. Układ NE542 ma najlepsze parametry szumowe przy współpracy ze źródłem sygnału o rezystancji rzędu kilkudziesięciu kiloomów - wtedy szumi mniej, niż słynny układ SSM-2016! Kostka ma bowiem bardzo małe szumy prądowe ($0,2pA/(Hz)^2$). Tak więc szczególnie mały współczynnik szumów (rzędu 1,2dB) uzyskuje się stosując transformator mikrofonowy o przekładni 1:7...1:10.



Rys. 1. Schemat ideowy.

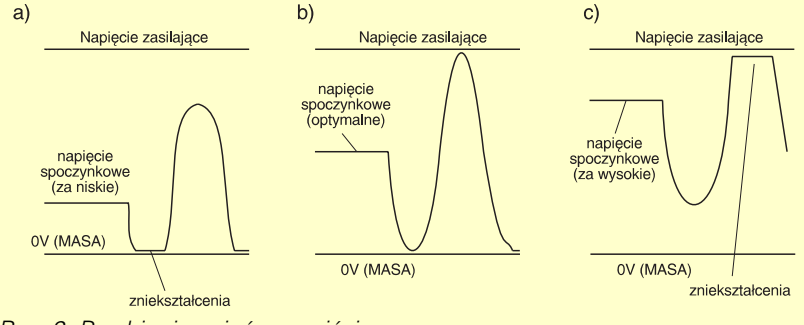
Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 1**. Jak widać, przedwzmacniacz jest zasilany pojedynczym napięciem i ma dwa niezależne kanały.

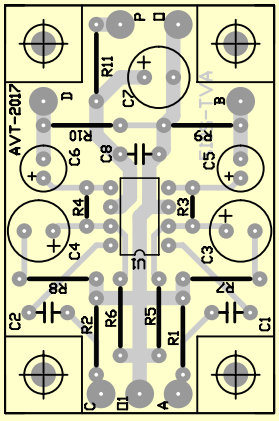
Elementy R11, C7, C8 tworzą filtr odsprzęgający zasilanie i zmniejszający możliwość samowzbudzenia w przypadku stosowania słabo stabilizowanego napięcia zasilającego. Przy zasilaniu pojedynczym napięciem, niezbędne są kondensatory separujące. W przedstawionym układzie są to elementy C1, C2, C5, C6. Natomiast rezystory R1, R2, R9, R10 zapewniają, że w spoczynku na wejściach A, C oraz wyjściach B, D napięcie stałe jest równe zeru - jest to potencjał masy. Wartości tych rezystorów nie są krytyczne i można je zmieniać w szerokim zakresie (1kΩ... 1MΩ). Trzeba jednak pamiętać, że rezystory R1 i R2 decydują o rezystancji wejściowej przedwzmacniacza (należy też uwzględnić rezystancję wejściową samej kostki, która wynosi około 100kΩ).

Układ scalony NE542 może być zasilany napięciem 9...24V i pobiera typowo około 10mA prądu.

Ponieważ układ zasilany jest pojedynczym napięciem, konieczne jest zastosowanie rezystorów ustalających wartość spoczynkowego napięcia stałego na wyjściu. Wewnętrzny układ polaryzacji wejścia nieodwracającego (nóżki 1, 8) utrzy-



Rys. 2. Przebiegi napięć na wyjściu.



Rys. 3. Płytka drukowana.

muje na nich napięcie około 1,3V. Takie same napięcie musi występować na wejściu odwracającym (nóżki 2, 7). Napięcie stałe na wyjściu przyjmie więc taką wartość, żeby na wejściu odwracającym było wspomniane 1,3V. Tak więc stosunek rezystancji R3/R5 i R3/R6 wyznacza napięcie stałe na wyjściach (nóżki 4 i 5). Wartości podane na rysunku 1 zostały dobrane dla napięcia zasilającego rzędu 12V. Gdyby napięcie zasilające było zdecydowanie większe lub mniejsze, należałoby dobrać rezystancje R5 i R6, aby na wyjściach (nóżki 4 i 5) uzyskać napięcie stałe mniej więcej równe połowie napięcia zasilającego. Ściślej biorąc, nie chodzi tu o uzyskanie jakiegoś określonego napięcia stałego, tylko jak największego zakresu niezniekształconych zmiennych napięć wejściowych. Ilustruje to **rysunek 2**, przedstawiający przebiegi na wyjściu, przy różnej wartości stałego napięcia spoczynkowego. Gdyby więc zachodziła potrzeba pracy przy innym niż 12V napięciu zasilającym, należy na wejścia podać sygnał zmienny (np. 1kHz) o odpowiedniej amplitudzie, i tak skorygować wartości R5 i R6, żeby na wyjściach (n. 4 i 5) uzyskać przebieg jak na rysunku 2b.

Ale elementy R3-R6 nie tylko decydują o poziomie napięcia stałego na wyjściach. Mają także wpływ na wzmocnienie sygnału. Ściśle biorąc wzmocnienie jest wyznaczone stosunkiem rezystancji R3 do równolegle połączonych rezystancji R5 i R7 (dla drugiego kanału R4 do R6||R8). W praktyce, dla ułatwienia poziom wyjściowego napięcia stałego ustala się zmieniając R5 (R6), a wzmocnienie reguluje się wartością R7 (R8).

Wzmocnienie można dobierać w zakresie 4,5...150 stosując rezystory R7 i R8 o dowolnych wartościach większych niż 160W (przy proponowanej wartości 464W wzmocnienie wynosi około 50x).

W obwodach sygnałowych zastosowano metalizowane rezystory o tolerancji 1%. Nie jest to konieczne, ale wiadomo, że takie rezystory mają małe szumy i na pewno nie pogorszą parametrów układu. Z tego samego względu zaproponowano użycie jako C3 i C4 kondensatorów tantalowych.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce drukowanej, przedstawionej na **rysunku 3**, jest prosty i nie sprawi nikomu kłopotów. Elementy można zmontować w dowolnej kolejności, jednak najpraktyczniejsze jest zmontowanie najpierw rezystorów, potem układu scalonego i kondensatorów. Podczas montażu kondensatorów elektrolitycznych, należy zwrócić szczególną uwagę na ich biegunowość: w kondensatorach tantalowych biegunowość oznacza się zazwyczaj znakami +, -, a w aluminiowych oznaczony jest minus, ponadto dodatnia końcówka jest dłuższa.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania - można tylko sprawdzić, czy przy danym napięciu zasilającym poziomy napięć na wyjściach (nóżki 4 i 5) są takie jak na rysunku 2b.

Uwagi końcowe

Układ znajdzie wiele zastosowań do wzmacniania małych sygnałów zmiennych, w szczególności jako wzmacniacz mikrofonowy. Najprostszy przykład wykorzystania modułu w systemie nagłośnienia pokazuje **rysunek 4**.

W niektórych praktycznych zastosowaniach zajdzie potrzeba dobrania innej wartości wzmocnienia za pomocą rezystorów R7 i R8. Po ich usunięciu wzmocnienie jest najmniejsze - poniżej 5x, o przy minimalnej wartości (160W) wzmocnienie wyniesie około 150x. Jeśli wzmocnienie miałoby być jeszcze większe, można zmniejszyć rezystancje R7 i R8 nawet do 22W, ale należy odpowiednio zwiększyć pojemności C3 i C4, aby pasmo przenoszenia nie zostało obcięte od dołu.

Praktyka dowodzi, że niekiedy przy stosowaniu długich kabli mikrofonowych i niewłaściwym prowadzeniu masy, do wzmacniacza przenikają zakłócające sygnały radiowe. Autor ma dobre doświadczenia ze stosowania kostki NE542, jednak w rzadkich przypadkach może zajść potrzeba zastosowania na wejściu przedwzmacniacza dodatkowego filtru, niedopuszczającego do układu sygnałów radiowych. W najprostszym przypadku może to być dławik o indukcyjności kilkudziesięciu mikrohenrów, włączony szeregowo na wejściu (między mikrofonem i punktem A lub C) i kondensator ceramiczny o pojemności rzędu 1...4,7nF, włączony równolegle do rezystora R1 (R2).

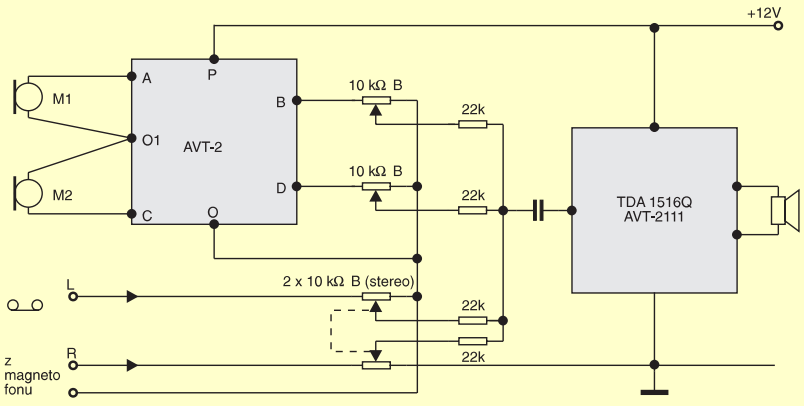
Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R2, R3, R4: 22,6kW 1% (20,5...24,9kW 1%)
R5, R6: 6,19kW 1% (5,62...6,81kW 1%)
R7, R8: 464W 1% (422...511W 1%)
R9, R10: 100kW 5%
R11: 47...56W 5%

Kondensatory
C1, C2: 100nF
C3, C4: 22µF/10V tantalowy
C5, C6: 10µF/16V
C7: 100µF/16V
C8: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki
U1: NE542 (lub UL1322)



Rys. 4. Przykład wykorzystania przedwzmacniacza.

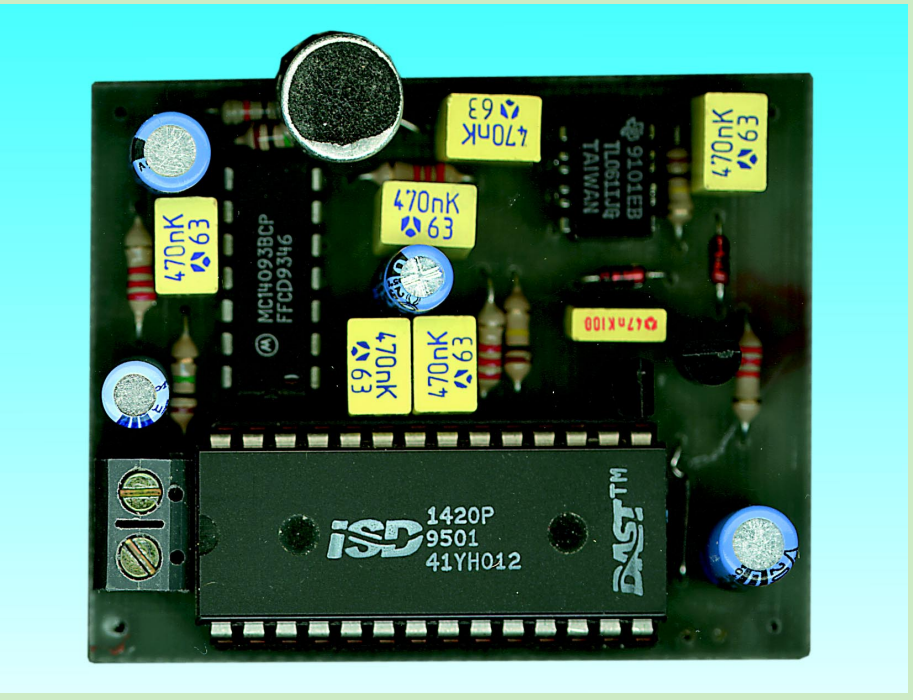
Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2017.

"Papuga" - magnetofonik cyfrowy

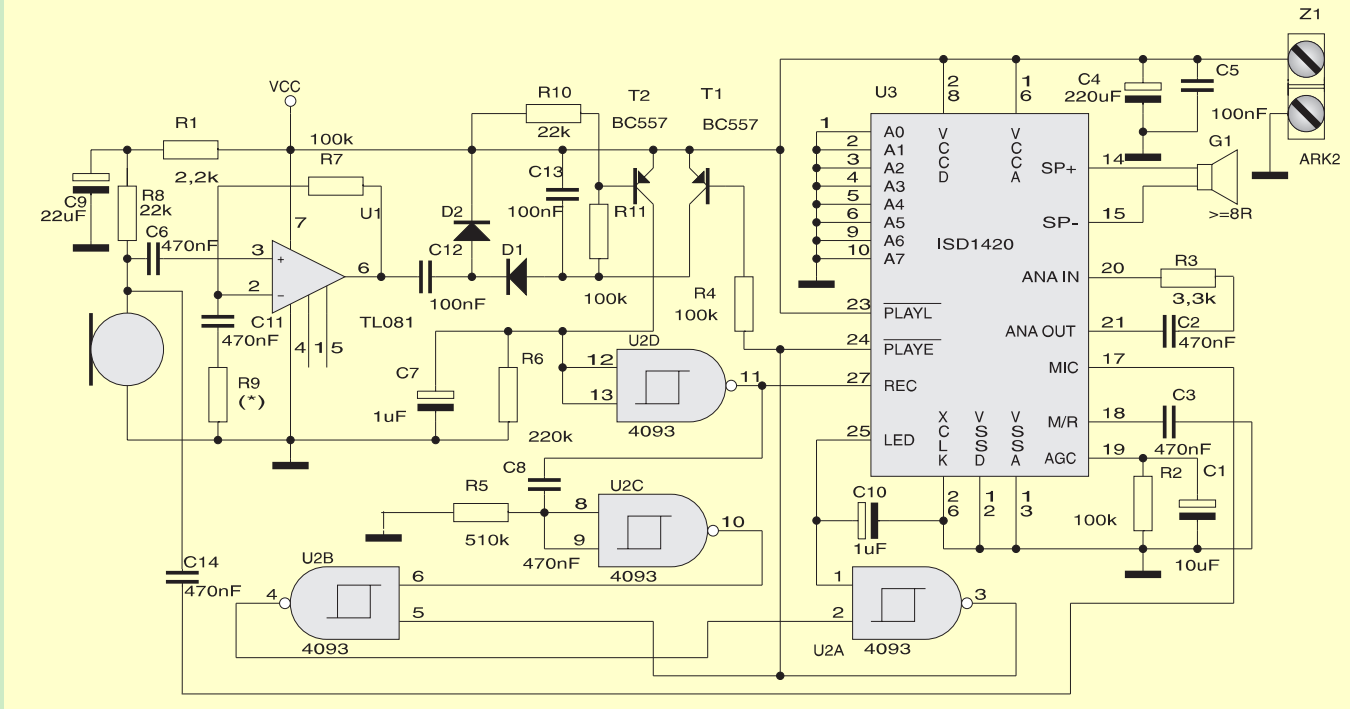
kit 2049 AVT

Do czego to służy?

Odpowiedź na to pytanie jest prosta: wyłącznie do zabawy. Zastanowimy się wprawdzie w dalszej części artykułu nad innymi możliwymi zastosowaniami tego zabawnego układu, ale generalnie został on pomyślany jako element przeznaczony do wbudowania w dziecinną zabawkę: lalkę, misia czy też maskotkę. W projekcie wykorzystano dobrze już znany Czytelnikom przebój rynku wyspecjalizowanych układów scalonych: ISD14XX. Układ ten był już wielokrotnie używany w konstrukcjach publikowanych w EP i EdW, jednak proponowaną konstrukcję cechuje jedna, niespotykana dotąd właściwość: brak w nim jakichkolwiek przełączników (poza włącznikiem zasilania) czy elementów regulacyjnych niezbędnych zwykle do sterowania pracą każdego urządzenia elektronicznego. Wszystko zostało całkowicie zautomatyzowane, układ sam przełącza się z zapisu na odczyt i po odtworzeniu zapisanych dźwięków natychmiast jest gotowy do nowego zapisu. Brak jakichkolwiek czynności obsługowych predestynuje układ do zastosowania jako zabawki dla nawet bardzo małych dzieci i być może także dla naszych Pań. Proponowany układ jest, jak sama nazwa wskazuje, magnetofonem działającym na zasadzie echa: natychmiast po zakończeniu samoczynnie uruchomionego nagrywania, rozpoczyna się odtwarzanie. Urządzenie zachowuje się jak papuga powtarzając natychmiast to, co usłyszało. Niestety, próby wbudowania w układ filtru zabezpieczającego przed powtarzaniem głupstw i "wyrazów powszechnie uznanych za obelżywe", zostały zakończone niepowodzeniem.



Należy sądzić, że taka elektroniczna papużka będzie wspaniałą zabawką dla naszych milusińskich, a my przy jej konstruowaniu nauczymy się czegoś nowego. Jest jeszcze jedna możliwość zastosowania proponowanego urządzenia.



Rys. 1. Schemat ideowy magnetofoniku cyfrowego.

Umieszczenie takiej wrednej papugi w miejscu, z którego w żadnym wypadku nie można jej usunąć i która będzie powtarzać wszystkie usłyszane dźwieki, nie jest wprawdzie perwersją na miarę zastosowania pipka dręczyciela, ale trochę krwi można komuś w ten sposób napsuć! Idealnym miejscem na ulokowanie narzędzia tortur jest odbiornik telewizyjny lub radiowy - miejsce, o którego otwieraniu nawet nie pomysli osoba kompletnie nie obeznana z elektroniką. A jaką satysfakcję i ubaw będą mieli pracownicy serwisu, do których zgłosi się nieszczęśnik z opowieścią, że jego telewizor zwariował i naśladuje odgłosy z otoczenia!

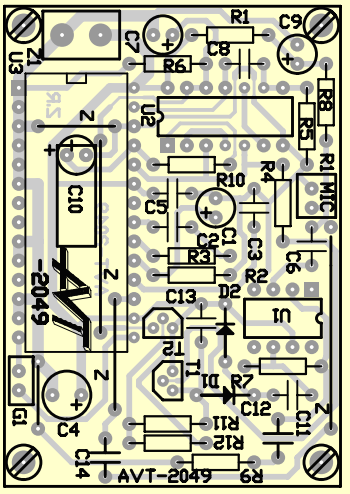
Jak to działa?

Schemat elektryczny układu magnetofoniku przedstawiony został na **rysunku 1**. Nic specjalnie skomplikowanego, trzy układy scalone i trochę elementów dyskretnych.

Sercem urządzenia jest oczywiście rewelacyjny ISD1420 (lub inny układ z serii ISD14XX). Został on szczegółowo opisany w EP 5/93, EP 1 i 3/94, w wydawanym przez AVT biuletynie USKA (9 i 10/93) oraz na łamach EdW przy okazji prezentacji układu automatycznej sekretarki do drzwi (4/96). Wspomnimy więc tylko, że ISD1420 pracuje w najprostszej, typowej dla siebie aplikacji, umożliwiającej nagrywanie i odtwarzanie komunikatów o długości trwania do 20s. Zapisu dokonujemy przy pomocy mikrofonu elektretowego, a odczyt realizowany jest bezpośrednio przez głośnik. Ze względu na chęć maksymalnego uproszczenia i potanienia konstrukcji nie zastosowano wzmacniacza dodatkowego.

Do dokonania zapisu potrzebne jest podanie na wejście REC układu ISD stanu niskiego, trwającego tak długo, jak długa jest rejestrowana informacja. W naszym układzie rejestracja nagrania ma się rozpoczynać automatycznie, po "usłyszeniu" przez urządzenie sygnału dźwiękowego o sile nadającej się do nagrania. Układ ISD posiada wprawdzie wewnętrzny przedwzmacniacz mikrofonowy, ale jest on automatycznie wyłączany w momencie, kiedy układ po dokonaniu zapisu lub odczytu przechodzi w stan "power down". Tak więc konieczne było skonstruowanie dodatkowego wzmacniacza mikrofonowego zasilanego ze wspólnego z układem głównym mikrofonu. Wzmacniacz ten został zrealizowany z wykorzystaniem popularnego wzmacniacza operacyjnego typu TL081. Pracuje on w typowej konfiguracji wzmacniacza nieodwracającego ze sprzężeniem zwrotnym na rezystorze R2. Na wejście nieodwracajace TL081 podawany jest sygnał wprost z mikrofonu elektretowego. Opcjonalny rezystor R9 wyznacza wartość wzmocnienia układu U1. W układzie prototypowym nie stosowano rezystora R9 zastępując go zworą. Gdyby jednak okazało się, że czułość wzmacniacza jest zbyt wielka i układ reaguje na dźwięki o zbyt małym natężeniu, nie nadające się do rejestracji, to należy zastosować rezystor R9 o wartości dobranej eksperymentalnie (100W ...1kW). Do wyjścia wzmacniacza dołączony jest prosty układ detekcyjny zrealizowany na diodach D1 i D2 oraz kondensatorze C13. Pojawienie się na wyjściu układu U1 impulsów o wystarczającej amplitudzie spowoduje szybkie naładowanie się kondensatora C13 i w konsekwencji wysterowanie tranzystora T2. Z kolei tranzystor ten, przewodząc, ładuje kondensator C7 i kiedy napięcie na wejściu bramki U2D przekroczy wartość napięcia progowego wbudowanego w nią przerzutnika Schmitta, stan na wyjściu bramki zmieni się z wysokiego na niski. Dociekliwy Czytelnik z pewnością spyta, po co ta cała kombinacja z dwoma kondensatorami? Jest ona niezbędna dla prawidłowej pracy układu i niedopuszczenia do "obcinania" pierwszych dźwięków, które mają być zarejestrowane oraz do uniknięcia przejścia urządzenia w tryb odtwarzania podczas krótkich przerw pomiędzy dźwiękami (np. przerw pomiędzy słowami). Kondensator C13 o małej pojemności musi naładować się jak najszybciej, natychmiast po usłyszeniu pierwszego dźwięku, natomiast C7 rozładowuje się powoli, podtrzymując układ w trybie zapisu podczas przerw w nagraniu.

Stan niski z wyjścia bramki U2D doprowadzony jest do wejścia REC\ układu ISD rozpoczynając nagrywanie. Nagranie trwa do momentu, kiedy w nagraniu wystąpi przerwa o czasie wystarczającym do rozładowania kondensatora C7 poniżej progu przełączania bramki U2D. Stan na wyjściu tej bramki zmienia się wtedy na wysoki, kończąc nagrywania. Jednocześnie wstępujące zbocze z tego wyjścia, po zróżniczkowaniu przez kondensator C8 i inwersji przez bramkę U2C, zostaje jako krótki impuls ujemny doprowadzone do wejścia przerzutnika R-S zbudowanego na bramkach U2A i U2B. Przerzutnik ten zostaje włączony i stan niski z wyjścia U2B zostaje doprowadzony do wejścia PLAYE\ powodując natychmiastowe rozpoczęcie odtwarzania. Cechą charakterystyczną tego wejścia jest to, że po wystąpieniu na nim opadającego zbocza sygnału odtwarzanie nagrania kontynuowane jest do napotkania najbliższego znacznika EOM (End Of Message), bez względu na dalszy stan tego wejścia. Tak więc po zmianie stanu przerzutnika R-S odtworzony zostanie do końca cały nagrany komunikat. Drugie wejście przerzutnika dołączone jest za pośrednictwem rezystora R12 do wyjścia LED układu ISD. Wyjście to pełni podwójną rolę: zasadniczo przeznaczone jest do zasilania diody LED, sygnalizującej trwający zapis informacji. Jednak w naszym układzie ta funkcja nie jest używana, natomiast wykorzystano inną cechę tego wyjścia: fakt występowania na nim krótkich impulsów ujemnych po zakończeniu odtwarzania komunikatu. Taki właśnie impuls kasuje po odtworzeniu zarejestrowanych dźwięków przerzutnik R-S i układ powraca do stanu oczekiwania na kolejną rejestrację nagrania.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** przedstawiono rozmieszczenie elementów na płytkce drukowanej. Płytka została wykonana na laminacie jednostronnym, co spowodowało konieczność zastosowania kilku zworek.

Jak widać, płytka została maksymalnie "upakowana", do tego stopnia, że jeden z kondensatorów został umieszczony... wewnątrz podstawki pod układ scalony. Nie jest to bynajmniej złośliwy podstęp Autora, mający na celu zmuszenie Czytelników do używania podstawek. Stosowanie ich w wypadku układu tak kosztownego jak ISD1420 nakazuje nam zdrowy rozsądek. Natomiast płytka układu przeznaczonego do umieszczenia np. w lalce musi być jak najmniejsza i cel ten uświęcił stosowane środki. Montaż układu przeprowadzamy według ogólnie znanych i wielokrotnie opisywanych w EdW zasad. Zamiast rezystora R9 tymczasowo wlutowujemy zworę. Po wizualnym sprawdzeniu poprawności połączeń umieszczamy układy scalone w podstawkach i dołączamy zasilanie. Wartość

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 2,2kW
R2, R4, R7, R11: 100kW
R3: 3,3kW
R5: 510kW
R6: 220kW
R8, R10: 22kW
R9: patrz tekst

Kondensatory
C1: 10µF/16V
C2, C3, C6, C8, C11, C14: 470nF
C4: 220µF/16V
C5, C12, C13: 100nF
C7, C10: 1µF/16V
C9: 22µF/16V

Półprzewodniki
D1, D2: 1N4148 lub odpowiednik
T1, T2: BC557 lub odpowiednik
U1: TL081
U2: CMOS 4093
U3: ISD1420

Różne
Z1: ARK2
G1: głośnik o impedancji 8W
MIC: mikrofon elektretowy 2-końcówkowy

napięcia zasilającego musi, ze względu na parametry kostki ISD, mieścić się w granicach 5...6VDC. Idealnym źródłem zasilania wydają się być cztery bateryjki 1,5V typu R6, umieszczone w "koszyczku". Takie rozwiązanie ułatwi umieszczenie całego urządzenia w zabawce i wymianę baterii. Pobór energii podczas czuwania jest minimalny, praktycznie prąd pobiera tylko wzmacniacz operacyjny i wynosi on ok. 1mA. Podczas odtwarzania prąd maksymalny może wzrosnąć do ok. 20mA. Zastosowany głośnik musi mieć oporność 8W lub większą i jak największe wymiary, od których ściśle uzależniona jest jakość odtwarzania. Trzeba więc będzie znaleźć rozsądny kompromis pomiędzy chęcią maksymalnego zminiaturyzowania układu, a jakością dźwięku.

Poprawnie zmontowany układ nie wymaga uruchamiania ani żadnej regulacji. Jedynie w wypadku gdyby czułość urządzenia okazała się zbyt duża i układ reagował na niepożądane dźwięki, możemy zastosować rezystor R10. Jego oporność możemy dobrać doświadczalnie, ale z pewnością będzie to wartość z przedziału 100W...1kW.

Wspomniano wyżej o innych niż zabawa możliwościach zastosowania wykonanego urządzenia. Autor absolutnie nie czuje się kompetentny do wypowiadania się w sprawach medycznych, ale ciekawa byłaby opinia fachowca - lekarza o możliwości zastosowania naszego magnetofonu w leczeniu wad wymowy.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2049.

REKLAMA REKLAMA

Technologia CHIPCORDER firmy ISD® INFORMATION STORAGE DEVICES

Wszystkie serie i typy układów scalonych ISD oferuje wyłączny dytrybutor PHU MARTA s.c.

ul. Sanocka 1 p.31, 53-304 Wrocław
tel./fax: (0-71) 677171, e-mail: marta@zalbix.wroc.pl

Cd. ze str. 36

Paweł Trzópek ze Skrzydlnej pisze:
Jestem początkującym elektronikiem i problem z jakim się do Was zwracam może się wydać prozaiczny. Mianowicie chodzi o tranzystor. Zgodnie z jednym z praw fizyki coś nie może wziąć się z niczego, i wiem, że to także dotyczy tranzystorów. Tranzystor może dać tyle mocy, ile sam pobierze i wszystko było pięknie do czasu gdy przeżyłem szok. Mianowicie chodziło o podniesienie mocy radia CB, którego praca przewidziana była w samochodzie. Moc maksymalna przydzielona przez PAR mogła być większa niż 10W. Zacząłem próby i po kilku zabiegach otrzymałem 8W. W stopniu końcowym pracował driver BO137 i C2078. Sięgnąłem do katalogu i tu kolejny szok: końcówka C2078 potocznie nazywana dziewięciowatową, moc katalogową miała 4,5W, skąd więc to 9W uzyskane? Kupiłem tranzystor C1969 o mocy 16W, wlutowałem do układu i tu zdumienie moje osiągnęło zenit. Moc wyjściowa wynosiła 7,5-8W! Nie rozumiem tego zjawiska. Mam gorącą prośbę, aby ktoś z Redakcji wytłumaczył to zjawisko.
Mamy tu do czynienia z trzema sprawami.
1. Moc prądu stałego zasilająca stopień końcowy (jest to iloczyn napięcia i prądu zasilającego) - o taką moc (10W) chodzi w zezwoleniu PAR.
2. Moc wyjściowa w.cz. (tak zwana moc w antenie) - zawsze jest ona mniejsza od mocy prądu stałego, zasilającej stopień końcowy o moc strat w tranzystorze i innych elementach układu. Jest to zmierzona przez Autora moc około 8W.
2. Katalogowa moc strat tranzystora - nie jest to wcale maksymalna moc wyjściowa w.cz, tylko właśnie maksymalna moc strat cieplnych. Ponieważ stopnie końcowe nadajników pracują zwykle w klasie C lub B, uzyskuje się stosunkowo wysoką sprawność rzędu kilkudziesięciu procent. Dlatego tranzystor o katalogowej mocy strat 4,5W, bez obaw może pracować w stopniu końcowym nadajnika pobierającego, powiedzmy 10W mocy zasilania, a oddającego 8W mocy w.cz do anteny. Tu nie ma żadnych czarów - w tym stopniu (głównie w tranzystorze) wydzieli się w postaci ciepła tylko 2W mocy strat.
Natomiast jeśli chodzi o wzmocnienie mocy, to niewiele zależy ono od tranzystora - głównie decydują o tym właśnie elementy bierne LC i wartość napięcia zasilającego. Chodzi o tak zwane dopasowanie impedancji wejściowej i wyjściowej. Przecież obwód kolektorowy tranzystor jest swego rodzaju źródłem prądowym i o oddawanej mocy decyduje rezystancja obciążenia, widziana od strony kolektora tranzystora. A trzeba wiedzieć, że obwód dopasowujący (zwykle obwód typu p) musi być dostrojony do rezonansu i jednocześnie transformować impedancję anteny na odpowiednią rezystancję obciążenia kolektora. Przy stałym napięciu zasilania i z tym samym wyjściowym obwodem dopasowującym, zmiana tranzystora nic nie da, bo rezystancja obciążenia kolektora nie zmienia się.
Ponadto, jeśli nawet dany stopień mógłby pracować z mocą oddawaną do anteny, powiedzmy 20W, to nie można uzyskać tej mocy, jeśli na wejście poda się sygnał w.cz. o mocy powiedzmy 50mW. Trzeba tu wziąć pod uwagę wzmocnienie mocy. Gdy jest ono równe, na przykład 10dB (czyli 10 razy), to dla uzyskania w antenie 20W, trzeba podać na wejście tego stopnia sygnał o mocy 2W.
Uczulamy jednak naszych Czytelników na sprawę tzw. "dopałek". Zgodnie z przepisami wszystkie takie urządzenia muszą mieć homologację PAR. Nie chodzi tylko o suchy przepis, ale i o fakt, że często takie niedopracowane dopałki naprawdę zatruwają życie współużytkownikom eteru.

Cd. na str. 57

EasyTRAX to naprawdę proste! część 10

W dzisiejszym, ostatnim odcinku cyklu, zapoznam cię z pozostałymi możliwościami programu easyplot. Dowiesz się, jak wykonać rysunki z pomocą plotera, drukarki lub naświetlarki postscriptowej, a także jak wygenerować zbiory dla fotoplotera i wiertarki numerycznej. Przykładem praktycznego wykorzystania Easytraxa jest układ przedwzmacniacza mikrofonowego, opisany w dziale "Elektronika 2000".

Jak wspomniałem przed miesiącem, jeśli zamierzasz wykonywać płytki w warunkach domowych, wystarczy ci drukarka. Z jej pomocą wykonasz trzy rysunki: widok ścieżek, widok warstwy opisu i szablon z zaznaczonymi punktami do wiercenia. Przeczytaj dokładnie materiał ze śródtytułu Drukowanie, a reszty artykułu możesz nie czytać.

Easyplot daje jednak wiele innych możliwości. Być może masz dostęp do plotera, albo też program nie może obsłużyć twojej drukarki. Może też planujesz zlecać wykonywanie płytek do zakładu produkcyjnego. W takim wypadku dokładnie przeczytaj cały dzisiejszy odcinek

Drukowanie

Aby wydrukować wybraną warstwę (w naszym wypadku, zgodnie z rysunkiem 33, jest to warstwa Bottom Layer), w menu głównym wybierz polecenie Print (podświetl Print, naciśnij "enter").

Zobaczysz tablicę, jak na **rysunku 40**. Na razie program czeka na potwierdzenie, a ty możesz w dużej tabeli sprawdzić, czy wszystko jest tak jak chciałeś. (Nie przejmuj się tylko, gdy przy drukowaniu Pad Master brak określenia Flipped.) Sprawdź tabelę, i gdy wszystko się zgadza, naciśnij "Y". Pojawi się inna tabelka i rozpocznie się rysowanie płytki. Drukowanie możesz przerwać naciskając dowolny klawisz i potwierdzając "Y".

Gdy drukarka wypluje jeden rysunek, wejdź w polecenie Options w menu głównym i wybierz następną warstwę do rysowania.

Ja do ręcznego wykonania płytki wykonuję trzy wydruki:
- warstwę Overlay (Normal)
- warstwę Bottom Layer (Flipped)
- warstwę Pad Master (Flipped, bo wiercę od strony miedzi)

Możesz je zobaczyć na **rysunku 41**.

Przy wykonywaniu płytek na piechotę jest to wszystko, czego wymagasz od programu *easyplot.exe*. Praktyczny przykład możesz zobaczyć w artykule opisującym przedwzmacniacz z układem NE542. Płytkę tego wzmacniacza wykonałem własnoręcznie na podstawie takich trzech rysunków. Warstwę opisu (Overlay) wydrukowałem na papierze samoprzylepnym i, po polakierowaniu bezbarwnym lakierem w sprayu, przykleiłem na powierzchnię płytki. Jak widzisz, efekt jest co najmniej zadowalający.

W moim opisie wygląda to bardzo prosto. I tak w rzeczywistości jest. Poćwicz to trochę, pamiętając, że zawsze możesz bezkarnie wrócić do menu głównego naciskając kilka razy "esc".

Może się jednak zdarzyć, że wydruk nie wyjdzie.

Jeśli drukarka w ogóle nie zaczyna pracy, sprawdź, czy w Twoim komputerze rzeczywiście dołączono ją do pierwszego portu równoległego LPT1.

Gdy drukarka ruszy, ale na papierze pojawią się jakieś bezsensowne znaki czy plamy, wygląda na to, że ustawiony driver nie może dogadać się z drukarką. Spróbuj wybrać z menu Setup Printer inny driver. Jeśli żaden nie zmusi drukarki do pracy, wezwij na pomoc zaprzyjaźnionego komputerowca. Prawdopodobnie on zmusi drukarkę, żeby udawała Epsona i słuchała się któregoś drivera. Wiedz, że wiele drukarek potrafi udawać Epsona.

Rys. 40. Wygląd ekranu przed rozpoczęciem drukowania.

Taki czarny scenariusz jest jednak bardzo mało prawdopodobny.

Ale nawet gdyby wszystkie próby uzyskania poprawnego wydruku zawiodły, nie załamuj się! Są jeszcze inne sposoby, żeby wykonać rysunki.

Wykorzystanie plotera

Wiesz już, jak wykorzystać drukarkę. A czy wiesz, co to jest ploter?

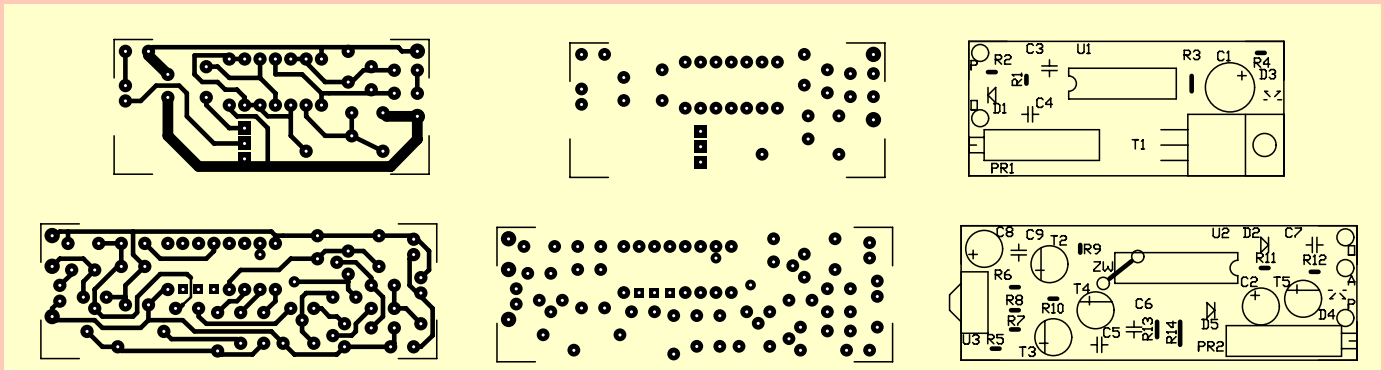
Dla tych, którzy nie wiedzą: najogólniej biorąc, ploter to urządzenie, wykonujące rysunki na papierze, wykorzystując specjalne pisaki. Zazwyczaj ploter ma kilka pisaków o różnych kolorach tuszu i różnej grubości rysowanej linii.

Plotery są zdecydowanie mniej popularne, niż drukarki, ale być może masz dostęp do jakiegoś plotera w zakładzie pracy czy szkole. Nie namawiam do szukania dostępu do plotera, ponieważ w sumie rysunek wykonany z jego pomocą jest gorszej jakości, niż wydruk z drukarki laserowej czy atramentowej.

Słyszałem jednak o próbach wykorzystania małych ploterów bezpośrednio do malowania ścieżek i punktów lutowniczych na laminacie. Nie widziałem efektów takich eksperymentów, ale teoretycznie easyplot umożliwia narysowanie mozaiki ścieżek wprost na laminacie. Jeśli ktoś przeprowadził jakieś praktyczne próby w tym zakresie, proszę o informacje. Nie namawiam jednak do takich prób, ponieważ użycie nietypowych pisaków i grubej płytki zamiast kartki papieru, może się skończyć uszkodzeniem kosztownego plotera.

Współpracy z ploterem nie będę ci tłumaczył tak szczegółowo jak współpracy z drukarką. W każdym razie musisz skonfigurować program easyplot, żeby dogadał się z ploterem. Ogólna procedura jest bardzo podobna, jak konfigurowanie drukarki.

Wykonasz to wybierając w menu głównym polecenie Setup, a potem Plotter. Znowu w opcji Type musisz wybrać spośród dostępnych driverów taki, który obsłuży twój ploter. Oczywiście w linijce Device musisz podać nazwę portu, do



Rys. 41. Komplet rysunków do ręcznego wykonania płytki.

którego ploter jest dołączony, lub wybrać opcję File.

Następne polecenia ustaw tak, jak przy konfigurowaniu drukarki z tym, że dodatkowo możesz tu określić, czy program ma obliczać współrzędne przy rysowaniu łuków (Software Arc - ON) i ewentualnie ustawić z jaką dokładnością. Jest to potrzebne w starych ploterach, które nie potrafią samodzielnie rysować okręgów.

Na dole tabelki masz także linię Pens - umożliwi ci to określenie numerów i grubości pisaków używanych do rysowania poszczególnych warstw.

Ploter często dołączony jest do portu szeregowego - wtedy trzeba jeszcze ustalić sposób i szybkość transmisji. Wykonasz to wybierając z menu głównego Setup, a potem Serial Ports.

W razie potrzeby po pomoc zwróć się do zaprzyjaźnionego komputerowca.

Gdy skonfigurujesz ploter, możesz w menu Options określić, co chcesz drukować, a potem wykonywać rysunki.

PostScript

Jeszcze inną interesującą możliwością uzyskania wydruków jest wykorzystanie polecenia PostScript z menu głównego. Jeśli nie słyszałeś, co to jest PostScript, powiem ci tylko w skrócie, że jest to swego rodzaju sposób zapisu, czyli format, wykorzystywany między innymi przy grafice i innych rysunkach (tak naprawdę, jest to język programowania).

Liczne drukarki laserowe mają wbudowany interpreter postscriptu, dzięki czemu mogą bezpośrednio "łyknąć" i wydrukować plik postscriptowy generowany przez easyplot. Uważaj! Jeśli twoja drukarka ma taką możliwość, może się okazać, iż drukowanie przez polecenie PostScript jest szybsze niż przy wykorzystaniu polecenia Print.

Można też wygenerować rysunek postscriptowy płytki w postaci pliku i wczytać go potem do jakiegoś porządnego programu graficznego, który posiada odpowiedni filtr, na przykład do popularnego CorelDraw (ale w wersji 5, bo wersja 3 czy 4 nie potrafi go odczytać).

Oczywiście w każdym wypadku znów najpierw musisz skonfigurować program (polecenia: Setup, PostScript). Wybierz driver (np. PostScript 1200dpi A4), określ port lub plik i ustaw pozostałe opcje tak, jak do drukowania.

Współpraca z zakładami produkcyjnymi

Przy wykonywaniu płytek metodą sitodruku potrzebne są klisze do wykonania sit. Jedno sito służy do nanoszenia farby na warstwę miedzi - wytrawiane są potem miejsca nie pokryte farbą. Drugie sito służy do naniesienia na płytce od strony elementów warstwy opisu. Przy płytkach dwustronnych dochodzi jeszcze jedno sito.

Potrzebne klisze można wykonać na dwa sposoby: albo wykorzystując naświetlarkę postscriptową, albo używając fotoplotera. Generalnie, klisze wykonane naświetlarką (wykorzystującą polecenia PostScript easyplota) są dużo tańsze, niż klisze naświetlane fotoploterem. Ponadto fotoploter, jak każdy ploter, ma do dyspozycji ograniczoną liczbę "pisaków" (w fotoploterze "pisakiem" jest plamka świetlna, o określonej wielkości i kształcie). Jeśli to możliwe, warto więc skorzystać z naświetlarki, która bez problemu wykona każdy rysunek.

Z tego co wiem, zazwyczaj nie udaje się wykorzystać w roli kliszy wydruku z drukarki laserowej wykonanym na przezroczystej folii. Krycie czerni jest za małe, a ponadto niektóre drukarki dają rysunek troszkę przekoszony, co uniemożliwia potem dokładne dopasowanie mozaiki ścieżek, otworów i opisu.

Ale może ktoś z Was ma inne doświadczenia? Czy komuś udało się wykonać użyteczne klisze za pomocą drukarki atramentowej i odpowiedniej folii?

W procesie produkcyjnym zazwyczaj najpierw wykonuje się mozaikę ścieżek, potem wierci otwory, a na koniec dodaje warstwę opisu. Do wiercenia używa się sterowanych cyfrowo wiertarek. Niektóre z nich mają więcej niż jedno wrzeciono i wiercą na raz kilka pakietów płytek. Do sterowania pracą wiertarki numerycznej służy zbiór wiertarski w odpowiednim formacie zwanym NC Drill.

NC Drill

Polecenie NC Drill niczego nigdzie nie rysuje, tylko tworzy zbiór do sterowania wiertarki numerycznej. W jednym z poprzednich odcinków tłumaczyłem, jak zmienić zbiór standard.etl, przypisujący poszczególnym punktom lutowniczym odpowiednie wiertła. Może wtedy wydało ci się to trochę trudne. Ten zbiór przypisań jest używany tylko przy poleceniu NC Drill - sprawdź to poleceniem Setup, NCDrill. Gdy będziesz wiercił płytki ręcznie, ani zbiór standard.etl, ani polecenie NC Drill, nie będą w ogóle wykorzystywane. Tym razem nie musisz niczego konfigurować - jeśli masz sensowny zbiór standard.etl, z menu głównego wykonaj polecenie NC Drill. W katalogu c:\easytrax pojawią się dwa zbiory z rozszerzeniami .drl i .txt.

Gerber Plot

Z poleceniem Gerber Plot sprawa jest znacznie bardziej skomplikowana. Rozkaz ten generuje zbiór sterujący dla fotoplotera, który naświetli klisze produkcyjne. Każdy fotoploter ma ograniczoną ilość plamek świetlnych (pisaków). Jeśli projektując płytkę używałeś ścieżek i punktów o takiej szerokości jak plamki fotoplotera, to nie ma większego problemu - fotoploter szybko naświetli klisze. Punkty lutownicze naświetli "strzelając" przez chwilę plamką świetlną o potrzebnej średnicy (jest to tryb pracy zwany flash), a ścieżki narysuje przesuwając jednokrotnie plamkę wzdłuż potrzebnej trasy (jest to tryb zwany stroke).

Ale jeśli w projekcie użyjesz ścieżek i punktów o wymiarach innych niż dostępne plamki, to na etapie przygotowywania zbioru sterującego dla fotoplotera albo należałoby zmienić szerokości ścieżek i wymiary plamek, albo trzeba kazać ploterowi mozolnie malować dany rysunek najcieńszym pisakiem-plamką (taki tryb pracy nazywa się paint). Każde rozwiązanie niesie jednak niebezpieczeństwo: w pierwszym przypadku zastosowania innych (większych) plamek, odstę-

py między elementami mozaiki mogą się okazać za małe. Natomiast przy długotrwałym malowaniu mozaiki małą plamką rośnie koszt (bo płaci się za czas pracy plotera), a ponadto zwiększa się ryzyko tzw. zadymienia, czyli częściowego zaświetlenia kliszy przez światło odbite i rozproszone. Zwróć uwagę, iż żaden z tych problemów nie wystąpi, gdy klisze wykonasz za pomocą naświetlarki.

Dlatego też, gdy klisze będą wykonywane przy użyciu fotoplotera, należy dowiedzieć się, jakimi plamkami świetlnymi dysponuje, i w projektach płytek używać ścieżek i punktów o takich właśnie kształtach i wymiarach. Szczególnie dotyczy to posiadaczy Autotraxa - w tym programie można dowolnie zmieniać grubości ścieżek i wymiary punktów lutowniczych.

Informacje o plamkach, ich kształcie i wymiarach, zawarte są w pliku z rozszerzeniem .apt. Z Easytaxem otrzymałeś przykładowy zbiór standard.apt, ale jeśli będziesz naświetlał klisze z pomocą fotoplotera, powinieneś wziąć od właściciela zbiór plamek (apertur), tego konkretnego fotoplotera.

A teraz ogólne wskazówki, jak wykorzystać polecenie Gerber Plot.

Na początek musisz dokonać konfiguracji (Setup, Gerber). Musisz wybrać tablicę apertur, czyli plamek świetlnych dostępnych w fotoploterze, który będzie wykorzystywany do naświetlenia klisz. W Setupie możesz ustawić tolerancję wielkości plamki (Match Over- i Undersize). Nie przesadzaj - nie dawaj tolerancji większej niż 5mil. Opcja G54 może być wyłączona - włącza się ją tylko dla bardzo starych ploterów.

Po powrocie do menu głównego zdecyduj, którą warstwę chcesz rysować (Options), a następnie wybierz Gerber Plot. Gdy potwierdzisz polecenie naciskając "Y", zobaczysz jeszcze jedną tabelkę. Wybierz Automatic. Potem w tabeli Always confirm... - No, potem znów Automatic. I wreszcie w razie potrzeby do skutku: No.

Będziesz miał szczęście, jeśli program automatycznie dobierze do twoich ścieżek, punktów i napisów odpowiednie plamki świetlne fotoplotera. Jeśli to się nie uda, pozostaje dobrać plamki na piechotę (Manual). Ale to już wyższa szkoła jazdy - jeśli miałbyś to sam robić, a nie wiesz jak - szukaj rady u osób obsługujących fotoploter.

Inne wskazówki praktyczne

Żeby jednak twoje zbiory były przydatne w praktyce, musisz najpierw ustalić z wytwórcą istotne szczegóły dotyczące wielkości sita, czyli ilości jednakowych płytek na jednym rysunku, odległości między poszczególnymi płytkami, a także punktów bazowych. Tu poszczególni wytwórcy mają inne wymagania, bowiem na przykład jedni tną płytki na gilotynie, i wtedy nie trzeba zostawiać miejsca między płytkami, a inni mają piłę o określonej grubości cięcia.

Ponieważ te szczegóły są różne, wielu wytwórców woli przyjąć od ciebie projekt pojedynczej płytki, sprawdzić go i rozmnożyć u siebie według potrzeb.

Nie myśl, że znacznie zwiększy to koszty. I tak metoda sitodruku przy niewielkiej ilości zamawianych płytek wychodzi dość drogo. Większość kosztów idzie na wykonanie klisz i sit. A ani klisz, ani sit zapewnie nie zrobisz w domu.

I jeszcze jedna bardzo ważna uwaga! Pamiętaj, że na razie masz zbory *.pcb w formacie Easytraxa. Tymczasem wytwórcy płytek mają zazwyczaj do czynienia z plikami w formacie Autotraxa. Autotrax, a właściwie jego program traxplot, nie przeczyta twojego zbioru. Dlatego trzeba go przekonwertować na format Autotraxa. W swoim katalogu c:\easytrax znajdziesz program o nazwie easyauto.exe. Za jego pomocą przetworzysz swoje pliki *.pcb na format czytelny dla Autotraxa. Wykonasz to wywołując: c:\easytrax\easyauto.exe. Potem wpisz nazwę twojego zbioru z Easytraxa, nawet bez rozszerzenia (np. IRED27), a następnie inną nazwę nowego zbioru w formacie Autotraxa (np. IRED2700). Pamiętaj tylko, że w pliku Autotraxa wszystkie punkty będą mieć średnice otworów równe 0, co zresztą nie jest problemem, bo zbiory wiertarskie wygenerujesz wykorzystując easyplot z Easytraxa.

I to już koniec kursu projektowania płytek przy użyciu pakietu Easytrax. Mam nadzieję, że przedstawione informacje przydadzą ci się przy wykonywaniu własnych płytek. Jeżeli czegoś nie zrozumiałeś, lub masz jeszcze jakieś pytania czy wątpliwości, napisz do mnie pod redakcyjny adres EdW. Jeśli natomiast kurs pomógł ci poznać program i zacząłeś samodzielnie projektować swe płytki z użyciem komputera, napisz również i podziel się spostrzeżeniami.

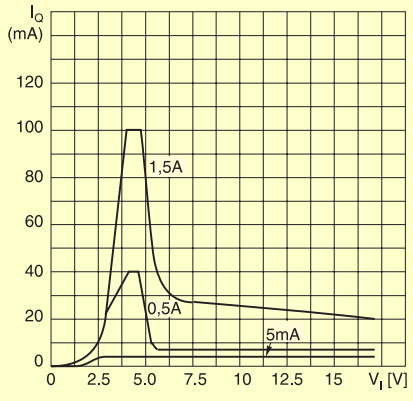
Piotr Górecki

Pakiet EASYTRAX - uproszczona freeware'owa wersja profesjonalnego programu AUTOTRAX - dostępny jest na dyskietce 1CA006 na warunkach podanych w ofercie AVT.

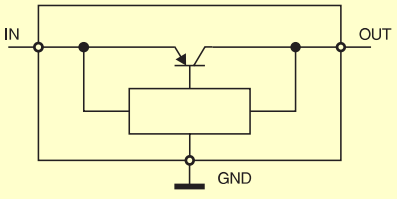
Stabilizatory liniowe

część 2

W serii "Podręczny poradnik elektronika" prezentujemy praktyczne dane katalogowe najważniejszych podzespołów elektronicznych. Materiał zawiera część opisową, omawiającą podstawowe właściwości omawianych podzespołów. W tej części przedstawione są "punkty ciężkości", czyli najważniejsze sprawy, na które zawsze trzeba zwracać uwagę stosując dane elementy. Okazuje się bowiem, że w opasłych katalogach mnóstwo informacji powtarza się wielokrotnie, a ponadto nie wszystkie dane są jednakowo potrzebne. Szczerze mówiąc, pełne dane katalogowe potrzebne są tylko zawodowemu konstruktorowi, który nie tylko projektuje układ, ale też przeprowadza szczegółową analizę, aby urządzenie niezawodnie pracowało we wszelkich możliwych do przewidzenia warunkach, w całym założonym zakresie temperatur, napięć zasilających itp. Elektronik-amator takiej gruntownej analizy zwykle nie przeprowadza i wystarczą mu dane skrócone.



Rys. 7a. Prąd pobierany przez stabilizator L4940V5.



Rys. 7b. Typowy układ stabilizatora LDO.

Prąd spoczynkowy

Dla praktyka ważnym parametrem stabilizatorów na napięcie ustalone jest prąd spoczynkowy pobierany przez sam stabilizator. Zazwyczaj prąd ten wynosi 3...6mA, ale w przypadku wspomnianych stabilizatorów LDO (o których więcej dowiesz się z dalszej części artykułu) przy małych napięciach U_{IO} prąd spoczynkowy może wzrastać nawet do 100mA. Zobacz jak to wygląda na **rysunku 7a**, który pokazuje prąd pobierany przez sam stabilizator typu L4940 przy różnych prądach pracy i napięciach U_I. Przyczyna jest prosta - jak pokazuje **rysunek 7b**, szeregowym elementem regulacyjnym jest w takim stabilizatorze tranzystor PNP, który dla osiągnięcia małego napięcia UCE (napięcia nasycenia) wymaga znacznego prądu bazy.

Moc strat

Poważnym ograniczeniem występującym przy stosowaniu stabilizatorów są straty mocy. Pamiętaj, że na każdym pracującym stabilizatorze wydziela się w postaci ciepła moc strat, którą można obliczyć mnożąc napięcie między wejściem a wyjściem stabilizatora przez płynący przezeń prąd obciążenia:

$P = U_{IO} \times I_L$

Zapamiętaj, że układ w małej plastikowej obudowie TO-92 może rozproszyć około 500mW, a TO-220 bez radiatora - około 1W mocy strat. Można więc w przybliżeniu przyjąć, że przy prądach powyżej 100mA należy stosować radiator.

Bez radiatora, lub jeśli użyty radiator będzie za mały, ciepło nie będzie należycie odprowadzane: temperatura struktury wzrośnie do +150°C. Wtedy wbudowane zabezpieczenie ograniczy prąd i zmniejszy napięcie wyjściowe tak, żeby temperatura struktury nie przekroczyła wartości granicznej. Co gorsza, użytkownik nie będzie wiedział o takim ograniczeniu napięcia i może długo zastanawiać się, dlaczego jego układ po pewnym czasie zaczyna wariować, a po wyłączeniu zasilania i "odpoczynku" znów pracuje poprawnie.

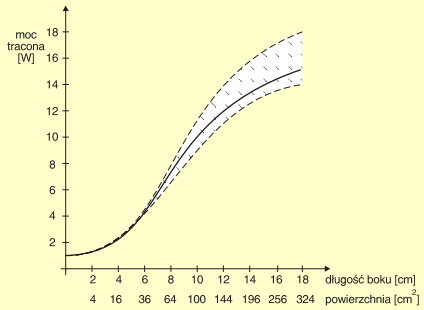
Właściwie dobrany radiator jest konieczny również ze względu na niezawodność - awaryjność półprzewodników rośnie radykalnie ze wzrostem temperatury.

Ale nawet z najlepszym radiatorem układ w obudowie TO-220 nie jest w stanie rozproszyć więcej niż 5...30W. Zależy to głównie od tak zwanej rezystancji termicznej między strukturą, gdzie wydziela się ciepło, a obudową (Rthjc) oraz od rezystancji termicznej zastosowanego radiatora (Rthra). Szczegóły opiszę kiedyś w artykule o radiatorach, ale już teraz awansem podaję ci w tabelach wartości Rthjc poszczególnych kostek. Na razie nie będziesz z nich korzystał, problem wytłumaczę ci prościej.

Zauważ mianowicie, że kostki umieszczone w takiej samej obudowie (np. TO-220) mają różną maksymalną moc strat. Po prostu kryształ krzemu nie ma idealnego kontaktu termicznego z metalową wkładką radiatorową obudowy. Jakość tego połączenia termicznego zależy głównie od zastosowanej technologii produkcji.

Podana w katalogach maksymalna moc strat (P_{max} lub P_{tot}) mierzona jest przy wręcz idealnym chłodzeniu, a więc świadczy ona o wspomnianej rezystancji termicznej między złączem a obudową.

Zapamiętaj raz na zawsze, że w praktyce stosujemy radiatory dalekie od ideału, więc nigdy nie można odprowadzić do otoczenia tyle mocy (w postaci ciepła) ile podano w katalogu. Przyjmij, że przy przeciętnym radiatorze możesz stracić



Rys. 8. Dobór powierzchni radiatora.

co najwyżej 40...70% podanej w katalogu maksymalnej mocy strat.

Praktyczną pomocą w doborze radiatora w postaci płaskiego, kwadratowego kawałka zwykłej blachy aluminiowej o grubości 2...3mm, będzie **rysunek 8**, pokazujący orientacyjnie, jakie wymiary (długość boku w cm) i powierzchnię (w cm^2) powinien mieć taki radiator. Oczywiście, dotyczy to tylko stabilizatorów w obudowach większej mocy, np. TO-220 czy TO-3, a nie wersji w miniaturowej plastikowej obudowie TO-92 czy obudowie do montażu powierzchniowego.

Przy montażu elementów mocy, należy obowiązkowo posmarować miejsce styku układu z radiatorem przewodzącą ciepło pastą silikonową.

Rozważ przykład:

W twoim układzie maksymalny prąd obciążenia wynosi 1A. Przy takim prądzie, woltomierzem napięcia stałego zmierzyłeś napięcie między wejściem a wyjściem stabilizatora. Wynosi ono 10V. W takich warunkach w stabilizatorze wydziela się 1Ax10V = 10W mocy strat. Zastosowany stabilizator typu 7805 ma prąd maksymalny, zgodnie z rysunkiem 5, ponad 1A i maksymalną moc strat równą 20W. Może więc śmiało pracować w podanych warunkach. Powinieneś tylko zgodnie z rysunkiem 8 dobrać odpowiedni radiator. Przy mocy 10W powinien on mieć powierzchnię około $100cm^2$. Zastosuj więc blachę aluminiową o grubości 2...3mm i wymiarach około 10x10cm. Układ powinien być przykręcony mniej więcej na środku tego radiatora, a sam radiator ma być umieszczony pionowo.

Podany przykład jest trochę sztuczny, ponieważ zastosowanie transformatora, który przy prądzie maksymalnym daje napięcie o 10V większe od potrzebnego napięcia wyjściowego, jest ewidentnym błędem. Należy zastosować transformator, który przy prądzie maksymalnym i napięciu sieci obniżonym o 10% dostarczy napięcia o 3...4V większego niż potrzebne napięcie wyjściowe.

Ale opisana sytuacja może mieć miejsce np. w samochodzie, gdzie w czasie jazdy napięcie akumulatora jest bliskie 15V, a stabilizator ma zmniejszyć je do wartości 5V.

Najpopularniejsze układy scalone

Obecnie najczęściej używane są stabilizatory napięć dodatnich serii 78XX i ujemnych - 79XX, gdzie dwie ostatnie cyfry XX określają napięcie wyjściowe. Dodatkowa litera w środku oznaczenia informuje o maksymalnym prądzie pracy: L - 0,1A, M - 0,5A, bez litery - 1A lub 1,5A, S - 2A, T - 3A. Przykładowo KIA78M12 ma napięcie wyjściowe 12V i prąd do 0,5A, L7805 ma napięcie wyjściowe 5V i prąd 1A, LM79L15 - 15V, 0,1A (ale 7852 ma napięcie 5,2V, a 7885 - 8,5V). Litery na początku oznaczenia wskazują producenta, i mogą być pominięte. Niektórzy wytwórcy stosują też dalsze litery na końcu oznaczenia wskazujące na zakres temperatur pracy i dokładność, jednak dla hobbysty nie ma to większego znaczenia.

Warto wiedzieć, że prąd spoczynkowy takich stabilizatorów jest prawie jednakowy dla wszystkich wersji, nawet wersji L, i wynosi około 4...5mA. Może to być krytycznym parametrem w układach bateryjnych i wtedy jedynym dobrym wyjściem jest rozejrzenie się za nowoczesnym stabilizatorem z prądem spoczynkowym rzędu mikroamperów.

Spośród stabilizatorów o napięciu dobieranym przez użytkownika najczęściej używane są stabilizatory LM317 (napięcia dodatnie) i LM337 (napięcia ujemne). Przy większych prądach także LM350.

Dziś praktycznie nie używa się już w popularnym sprzęcie stabilizatorów w drogich, metalowych obudowach TO-3, a tylko plastikowych TO-220 i TO-92. Coraz częściej spotyka się też elementy do montażu powierzchniowego.

Stabilizatory LDO

Jak wspomniałem, coraz większą popularnością cieszą się stabilizatory typu Low Drop Out (LDO). Stosowane są przede wszystkim w urządzeniach zasilanych z akumulatorów i baterii, gdzie pozwalają wykorzystać praktycznie całą pojemność baterii. Zwykły stabilizator z napięciem U_{DO} rzędu 2V wymagałby albo zastosowania jednego ogniwa więcej, albo nie pozwoliłby wykorzystać całej pojemności baterii. Ale nie ma róży bez kolców.

Jak ci wspomniałem, w zastosowaniach bateryjnych istotny jest prąd spoczynkowy I_Q pobierany przez sam stabilizator. Trzeba pamiętać, że starsze stabilizatory typu LDO, które są wymienione w ściągawce, mają wprawdzie małe napięcie U_{DO}, ale przy takim napięciu mię-

Objaśnienia do ściągawki

Przy stabilizatorach na napięcie ustalone podano najwyższe dopuszczalne napięcie wejściowe, czyli napięcie między końcówką masy a wejściem. W niektórych układach LDO (zwłaszcza przeznaczonych do układów samochodowych) do tego napięcia stabilizator pracuje normalnie, a przy większym napięciu wyłącza się, ale nie ulega uszkodzeniu. Szczegółów trzeba szukać w katalogach firmowych.

Natomiast przy stabilizatorach o napięciu dobieranym przez użytkownika podano maksymalne napięcie różnicowe U_{IOmax} (czyli napięcie między wejściem a wyjściem). Podane w tabelach wartości prądu Imin dotyczą najgorszych warunków, przy maksymalnym napięciu między wejściem a wyjściem U_{IO}. W praktyce przy mniejszych napięciach U_{IO} minimalny prąd obciążenia I_{min} może być 2..3 krotnie mniejszy.

Jeśli w którejś rubryce brakuje wartości danego parametru, to znaczy, że w dostępnych katalogach nie był on podany.

W tabelach podano wartości średnie, czyli spodziewane dla większości egzemplarzy. Jeśli obok w nawiasie podano drugą wartość, jest to wartość maksymalna, czyli gwarantowana dla wszystkich egzemplarzy.

Podane informacje zaczerpnięte są z katalogów różnych producentów, przy czym zazwyczaj podano wartości najgorszego producenta. Ponieważ poszczególne firmy nieco odmiennie definiują parametry (zakres temperatur, napięcia pracy, prądy), nie można bezkrytycznie porównywać ich wartości. Szczególnie dotyczy to stabilizatorów typu LDO, a zwłaszcza ich napięć *drop out* U_{DO} oraz prądu pobieranego przez sam stabilizator I_Q.

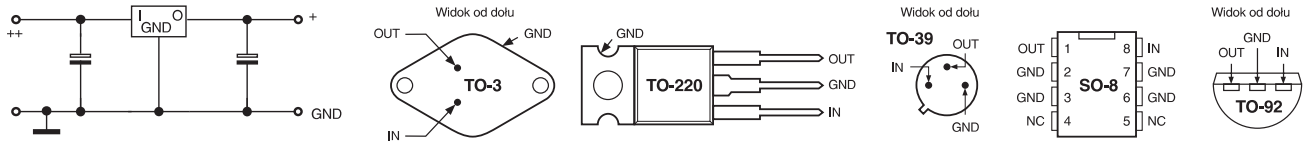
Podane zatrważająco duże wartości prądów I_Q (rzędu dziesiątków miliamperów) dotyczą sytuacji, gdy różnica napięć między wejściem a wyjściem U_{IO} jest rzędu 1V, czyli bliska napięciu U_{DO}; gdy napięcie U_{IO} jest większe, stabilizator LDO pobiera jedynie kilka miliamperów prądu I_Q.

Przy niektórych stabilizatorach LDO podano minimalną pojemność C_{OUT}. Ogólnie biorąc, stabilizatory typu LDO są mniej stabilne i wymagają większych pojemności i mniejszych rezystancji ESR kondensatora C_{OUT}. Należy więc stosować kondensatory o pojemności 100µF lub jeszcze większej.

Na rynku można spotkać układy z rodziny LM29XX (np. LM2931) w obudowie pięcionóżkowej. Jest to wersja z napięciem wyjściowym dobieranym przez użytkownika. Z uwagi na inny układ wyprowadzeń, kostki te nie zostały wyszczególnione w tabelach.

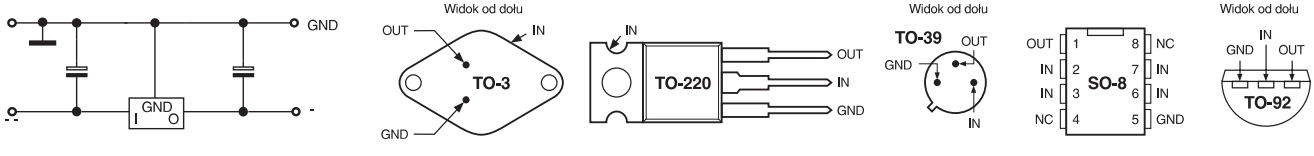
W tabelach można znaleźć parametry układów LM z oznaczeniem trzycyfrowym, zaczynającym się od cyfry 3 - np. LM317. Takie same parametry mają układy z oznaczeniami zaczynającymi się od cyfr 2 i 1 (LM217 i LM117). Układy LM1xx i LM2xx przeznaczone są do zastosowań przemysłowych i specjalnych, mają w zasadzie takie same parametry, tylko szerszy zakres temperatur pracy - są więc trochę lepsze, ale też znacznie droższe i rzadziej spotykane.

Stabilizatory napięć dodatnich o ustalonym napięciu wyjściowym



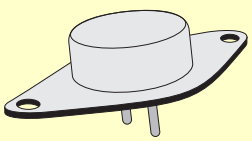
Typ układu	Napięcie wyj.	Uin	IL	UDO przy IL		IQ	Pmax	Rthja	Uwagi
78XX	5...24	35	1	2,2	1	4(8)	20	4	TO-220
78MXX	5...24	35	0,5	2,5	0,5	4(8)	7,5	5	TO-220
78LXX	5...24	35	0,1	2	0,1	3(5)	0,5	230	TO-92
78SXX	5...24	35	2	2,2	2	(8)		3	T0-220
78TXX	5;8;12;15	35	3	2,3	3	4(6)	25	2,5	TO-220
L26XX	5;8,5;10	26	0,5	1,9	0,5	20(45)		4	TO-220 LDO COUT=100µF
L48XX	5;8,5;9,2;10;12	26	0,4	0,4	0,4	65(90)		4	TO-220 LDO COUT=100µF
L4940	5;8,5;10;12	17	1,5	0,5	1,5	30(50)	20	3	TO-220 LDO COUT=22µF
L4941	5	16	1	0,45	1	20(40)	20	3	TO-220 LDO COUT=22µF
L4945	5	26	0,5	0,4	0,5	110(180)		3	TO-220 LDO COUT=47µF
L4950	8,5	26	0,5	0,4	0,5	110(180)		3	TO-220 LDO COUT=47µF
L4951	10	26	0,5	0,4	0,5	110(180)		3	TO-220 LDO COUT=47µF
LM309	5	35	1	2	1	5,2(10)	20	3	TO-3
LM323(LT323)	5	20	3	2,2	3	12(20)	30	2	TO-3
LM340	5,12,15	35	1,5	2,2	1,5	(6,5)	15	4	TO-220
LM330	5	26	0,15	0,4	0,15	18(40)		4	TO-220 LDO
LM341	5,12,15	35	0,5	2,2	0,5	4(10)		5	TO-220
LM342	5,12,15	30	0,25	2,3	0,25	(6)		15	TO-202
LM2930	5;8	26	0,15	0,4	0,15	18(40)	20	3	TO-220 LDO
LM2931	5	26	0,1	0,4	0,1	15(30)	20	5	TO-220 LDO COUT=100µF
LM2936	5	40	0,05	0,25	0,05	1,5	0,5	195	TO-92 LDO
LM2940	5;8;9;10;12;15	26	1	0,7	1	30(60)	20	3	T0-220,TO-3 LDO
LP2950	5	30	0,1	0,5	0,1	8(14)		180	TO-92
LP2954	5	30	0,25	470	0,25	21(33)	-	3	TO-220 LDO
LM3940	3,3	6	1	0,5	1	110(250)	3	-	TO-220 (5V na 3,3V)
LT1003	5	20	5	2,5	5	12(20)	40	1,5	TO-3
TEA7605	5	28	0,5	0,4	0,5	75(100)		3	TO-220 LDO COUT=10µF
TL780	5;12;15	35	1,5	2	1,5	3,5(8)	15	5	TO-220

Stabilizatory napięć ujemnych o ustalonym napięciu wyjściowym

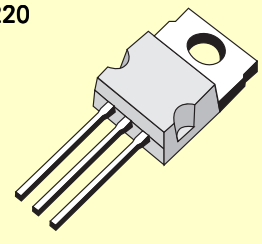


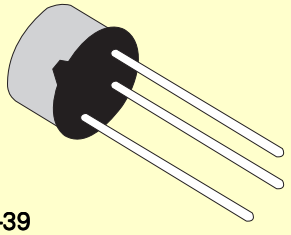
Typ układu	Napięcie wyj.	UIOmax	IL	UDO przy IL		IQ	Pmax	Rthja	Uwagi
79XX	-5...-24	-25	1	2,5	1	4(8)	15	5	TO-220
79MXX	-5...-15	-35	0,5			4(8)		5	TO-220
79LXX	-5...-24	-30	0,1	1,8	0,1	2(6)	0,6	180	TO-92
LM320	-5,-12,-15	-25	1,5	2,5	1,5	1(2)	15	4	TO-220
LM345	-5	-20	3	2	3	1(3)	25	2	TO-3
LM2990	-5...-15	-26	1	0,6	1	9(50)	20	2,5	TO-220 LDO

TO-3



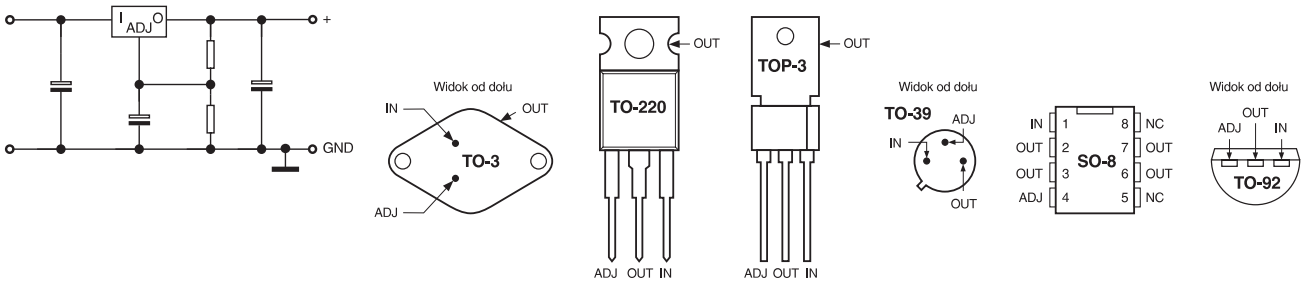
TO-220





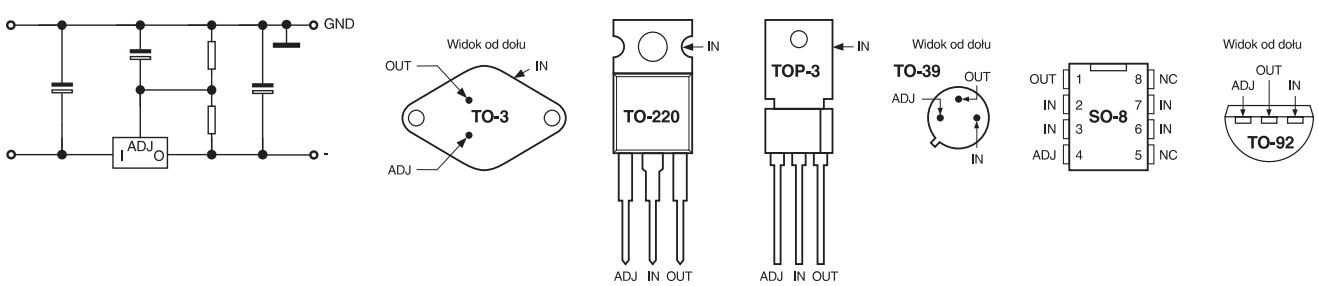
TO-39

Stabilizatory napięć dodatnich o napięciu dobieranym przez użytkownika



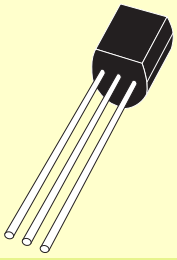
Typ układu	Napięcie wyj. V	UIO_{MAX} V	IL A	Imin mA	UDO V	IL A	IAdj µA	Pmax W	Rthjc K/W	Uwagi
LM317(LT317)	1,2-37	40	1,5	3,5(10)	2,5	1,5	50(100)	20	3	
LM317HV	1,2-57	60	1,5	3,5(12)	2,2	1,5	50(100)	20		
LM317L	1,2-37	40	0,1	3,5(5)	1,8	0,1	50(100)	0,6	170	TO-92
LM317M	1,2-37	40	0,5	3,5(10)	2,1	0,5	50(100)	7,5	7	TO-220
LM338(LT338)	1,2-32	35	5	3,5(5)	2,8	5	45(100)	25(50)	4(1)	TO-220(TO-3)
LM350	1,3-33	35	3	3,5(10)	2,3	3	50(100)	25	3(4)	TO-220
LM396	1,2-15	20	10	10	2,5	10	50(100)	70	1(1,2)	TO-3
LT1038	1,2-32	35	10	7(20)	2,7	10	50(100)	75	1	TO-3
LT1083	1,2-32	35	7,5	5(10)	1,4	7,5	55(120)	45	1	TO-220,TOP-3 LDO
LT1084	1,2-32	35	5	5(10)	1,4	5	55(120)	30	1	TO-220,TOP-3 LDO
LT1085	1,2-32	35	3	5(10)	1,4	3	55(120)	30	1	TO-220,TOP-3 LDO
LT1086	1,2-24	25	1,5	5(10)	1,4	1,5	55(120)	15	(4)	TO-220,TOP-3 LDO
TL783	1,2-125	125	0,7	(15)	10	0,5	83(110)	20	4	TO-220 wysokonapięciowy

Stabilizatory napięć ujemnych o napięciu dobieranym przez użytkownika

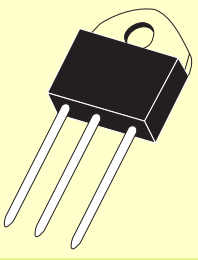


Typ układu	Napięcie wyj. V	UIOd V	IL A	Imin mA	UDO V	IL A	IAdj µA	Pmax W	Rthja K/W	Uwagi
LM337(LT337)	1,2-37	40	1,5	2,5(10)	2,5	1,5	65(100)	15	4	TO-220
LM337HV	1,2-47	59	1,5	2,5(10)	2,5	1,5	65(100)		3	TO-3
LM337M	1,2-37	40	0,5	2,5(10)	2	0,5	65(100)	7,5	7	TO-220
LM337L	1,2-37	40	0,1	3,5(5)			50(100)	0,6	160	TO-92
LM333	1,2-32	35	3	2,5(5)			70(100)	30	4	TO-220
LT1033	1,2-32	35	3	2,5(5)	2,8	3	65(100)	30	4	TO-220

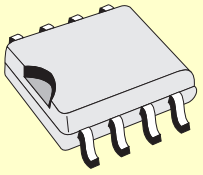
TO-92

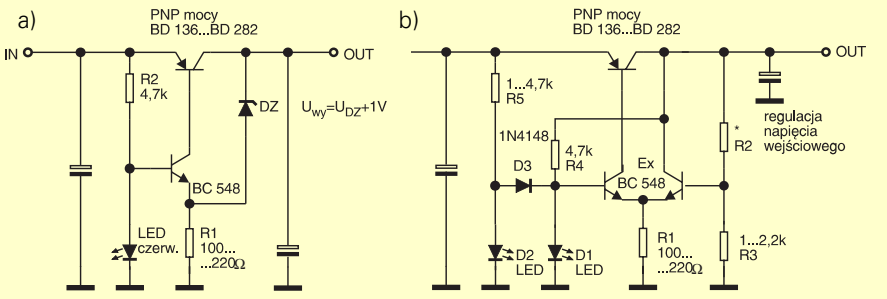


TOP-3

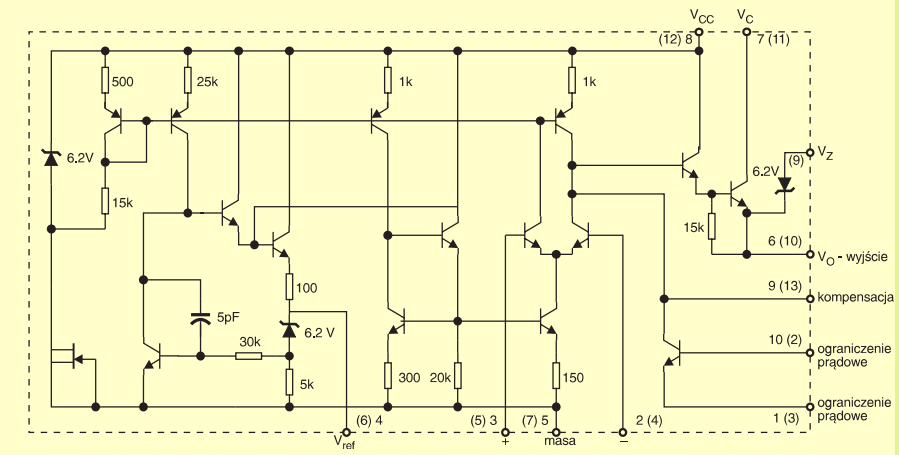


SO-8





Rys. 9. Stabilizator LDO z elementów dyskretnych.



Rys. 10. Schemat wewnętrzny układu 723.

dzy wejściem a wyjściem, pobierają zwykle kilkadziesiąt lub więcej miliamperów prądu. Związane to jest z budową stabilizatora - elementem regulacyjnym stabilizatorów dodatnich jest tam zwykle tranzystor PNP, który przy pracy w zakresie nasycenia wymaga znacznego prądu bazy, płynącego od plusa zasilania do masy (porównaj rysunek 7). Nie ma to znaczenia w urządzeniach samochodowych korzystających z potężnego akumulatora, ale przy współpracy z niewielkimi bateriami może być poważnym ograniczeniem.

Ostatnio pojawiły się specjalizowane, nowoczesne stabilizatory na napięcia 3...10V, przeznaczone dla techniki motoryzacyjnej, do komputerów zasilanych napięciem 3,3V oraz do urządzeń łączności, na przykład telefonii komórkowej, w których elementem regulacyjnym jest tranzystor polowy - MOSFET P; prąd spoczynkowy takiego stabilizatora jest stały i wynosi kilka...kilkudziesiąt mikroamperów. Są to niemal idealne stabilizatory, mają rzeczywiście rewelacyjne parametry, ale dla przeciętnego hobbysty są jednak na razie zbyt drogie i trudno dostępne. Nie znalazły się one w naszych wykazach, mają bowiem inny układ wyprowadzeń.

Na **rysunku 9** znajdziesz dwa przykłady realizacji prostego stabilizatora typu LDO. Jest to jedyny praktyczny układ, jaki niekiedy warto jeszcze zbudować z elementów dyskretnych w przypadku, gdy występują trudności z zakupem scalonego stabilizatora LDO. Układ ma oczywiście parametry stabilizacji gorsze niż scalona kostka, ale może pracować przy napięciu U_{DO} nawet rzędu 0,2...0,5V. Rezystor R1 należy dobrać w zależności od napięcia stabilizacji, tak żeby maksymalny prąd płynący przez niego był o około 20...50 razy mniejszy niż maksymalny prąd obciążenia. Jeszcze lepszym rozwiązaniem byłoby nieznaczne przerobienie układu i użycie MOSFETa P zamiast tranzystora PNP.

Inne stabilizatory

Przed laty najpopularniejszym stabilizatorem scalonym był układ 723 (UA723, µA723, MC1723, LM723 itp.), który w kraju produkowano jako UL7523. Obecnie jest to już dinozaur i nie znajduje żadnego zastosowania w nowych konstrukcjach zasilaczy. Dla amatorów jest jednak nadal przydatny, ale już nie jako stabilizator, tylko jako kostka zawierająca wzmacniacz i dobre źródło napięcia odniesienia. Układ ten może być wykorzystywany do wielu konstrukcji, na przykład regulatorów temperatury. Do takich celów trzeba znać jego schemat wewnętrzny, który pokazano na **rys. 10**. Numery końcówek podano dla okrągłej metalowej obudowy TO-100, a w nawiasach numerację dla wersji w typowej plastikowej obudowie DIP-14.

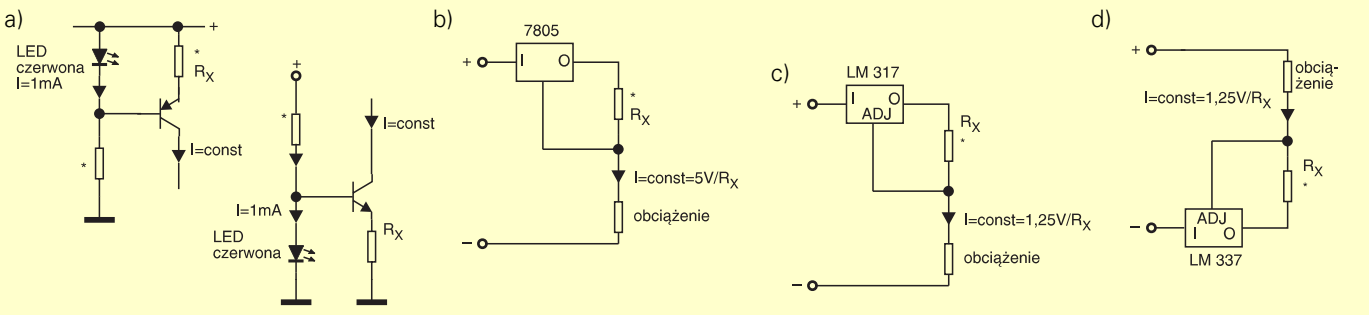
W swojej praktyce na pewno nie raz będziesz potrzebował źródła napięcia wzorcowego (odniesienia), o dobrej stałości parametrów. W wielu zastosowaniach, gdy napięcie zasilające wynosi przynajmniej 9V, możesz wykorzystać kostkę 723, w której źródło napięcia odniesienia, czyli nóżka 4 (6) oferuje napięcie 7,15V±0,35V o współczynniku zmian cieplnych poniżej 150ppm/K (0,015%/K) i może dostarczyć do 15mA prądu.

Obecnie powszechnie wykorzystuje się specjalne scalone źródła napięcia odniesienia.

Specyficzną odmianą stabilizatorów są stabilizatory prądu, zwane inaczej źródłami prądowymi. Utrzymują one stały prąd obciążenia, niezależnie od zmian napięcia wejściowego i rezystancji obciążenia. Wiedz, że do realizacji takich źródeł prądowych możesz wykorzystać stabilizatory napięcia. Dwa przykłady pokazane są na **rysunku 11**.

Produkowany jest też specjalny układ źródła prądowego LM334.

Piotr Górecki



Rys. 11. Źródła prądowe.

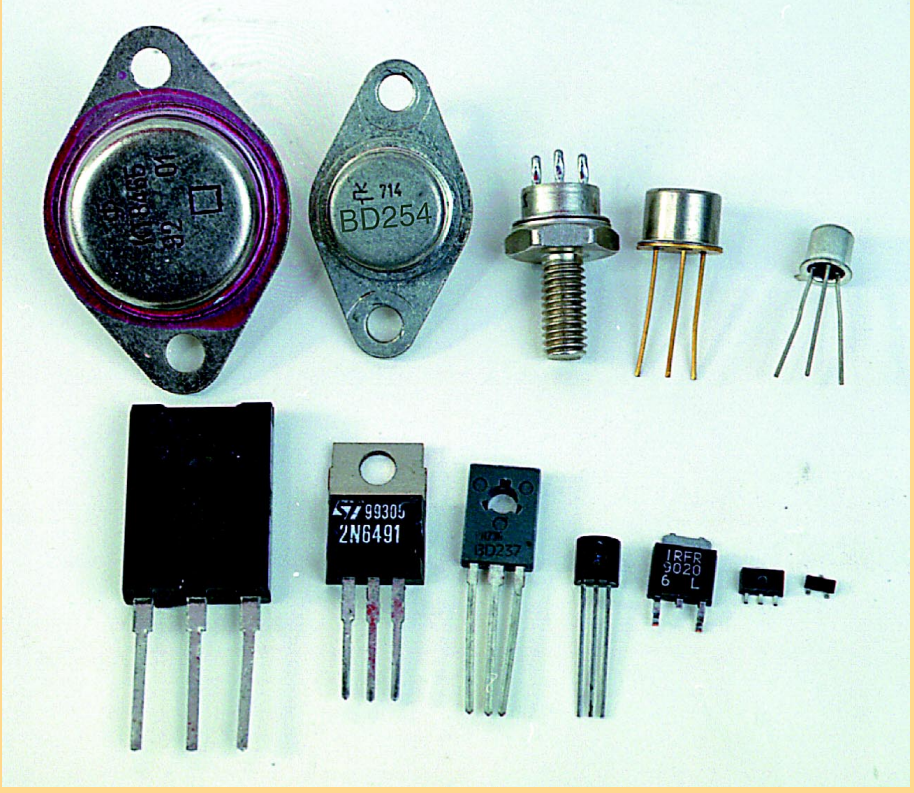
Gdy się nie ma, co się lubi, TO SIĘ LUBI, CO SIĘ MA!

część 2

Przed miesiącem rozważaliśmy możliwości zmiany wartości elementów, proponowanych w publikowanych schematach. Dziś omówię dwie pokrewne sprawy: stosowanie typów elementów innych niż podane na schemacie, oraz nieodłącznie z tym związaną sprawę przydatności elementów pochodzących z "wykopalisk".

W poprzednim liście pisałem Ci, że wśród wielu elektroników występuje obawa przed wprowadzeniem w układzie jakichkolwiek zmian. Schemat narysowany na papierze traktowany jest niemalże jak świętość. Zasada taka może jest i słuszna w przypadku skomplikowanych, profesjonalnych urządzeń o wyrafinowanych parametrach. Ale w układach, z jakimi Ty masz do czynienia, śmiało można wprowadzić wiele zmian. Wiesz już, jak można zmieniać wartości rezystorów i kondensatorów. Dziś zajmiemy się szczegółowo innymi elementami.

Mój drogi, jeśli nie wszystko z tego listu będzie dla Ciebie jasne, nadmiernie się nie przejmuj! Resztę zrozumiesz z czasem - staraj się natomiast przyswoić sobie podane rady i próbuj zrozumieć kluczowe sprawy. Ja chciałbym Cię niejako ukierunkować, żebyś w przyszłości dowiadując się o nowych elementach i podzespołach potrafił ocenić, które parametry są istotne dla danego zastosowania, a które mają znaczenie marginalne. Dzięki temu będziesz potrafił bez wahania dobrać odpowiednie elementy zastępcze. Ale to przyjdzie z czasem. Na razie zachęcam Cię do zachowania równowagi. W miarę możliwości podstawą Twoich konstrukcji powinny być nowoczesne podzespoły, w szczególności układy scalone. Układów scalonych niczym innym nie zastąpisz, nie ma też najmniejszego sensu próba budowania ich odpowiedników z pojedynczych elementów. Z drugiej strony, wiele elementów pochodzących z demontażu można z powodzeniem stosować w amatorskich konstrukcjach. Ale nie warto zbierać elementów bardzo starych, mających naprawdę słabe parametry.



Mam nadzieję, że podane dalej wskazówki przydadzą Ci się w praktyce.

Zaczynamy, być może trochę nietypowo, od rezystorów, tranzystorów i układów scalonych. Za miesiąc wskazówki dotyczące innych podzespołów.

Rezystory, potencjometry i kondensatory

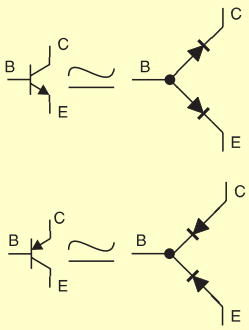
Dziś standardem wśród amatorów są niewielkie rezystory o mocy 0,1...0,25W (wśród profesjonalistów standardem są elementy do montażu powierzchniowego - SMD). Najczęściej używane kondensatory to aluminiowe elektrolity oraz kondensatory foliowe i ceramiczne. O tym pisałem Ci w pierwszych numerach EdW (numery archiwalne są do nabycia drogą przedpłaty).

Zbieraj rezystory drutowe dużej mocy; nie przeocz dużych drutowych potencjometrów o mocy kilku...kilkudziesięciu watów (tzw. reostaty).

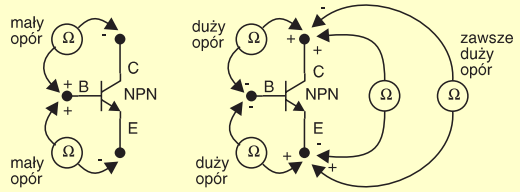
Zwróć też uwagę na starsze krajowe potencjometry węglowe typu SP1 i SP2. W odróżnieniu od innych, te typy są hermetyzowane i mogą wiele lat pracować bez trzasków w zakurzonym i wilgotnym środowisku. Cennym wykopaliskiem są wszelkie potencjometry wieloobrotowe, zwłaszcza zagraniczne.

Tranzystory

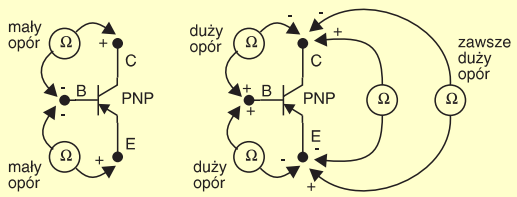
Pomimo że na rynku występuje wiele typów tranzystorów, w większości układów amatorskich można bez obaw stosować najróżniejsze zamienniki. W kraju przed laty standardem były bipolarne tranzystory BC107...109, BC147...149, BC237...239 (wszystkie NPN), oraz BC177...179, BC157...159, BC307...308 (PNP). Wcześniej popularne były tanzystory BC527 oraz BF519...521. Za granicą za Wielką Wodą standardem był tranzystor NPN o oznaczeniu 2N2222, a w Europie BC547...549. Generalnie rzecz bio-



Rys. 7a. Tranzystor jako połączenie dwóch diod.



Rys. 7b. Sprawdzanie omomierzem tranzystora NPN.



Rys. 7c. Sprawdzanie omomierzem tranzystora PNP.

rąc, w układach amatorskich, w obwodach sygnałowych m.cz. i impulsowych można stosować dowolne tranzystory małej mocy (wyjątek stanowią tu układy w.cz - dla uzyskania dobrych parametrów szumowych, wzmocnienia i pasma zazwyczaj trzeba stosować podany typ tranzystora lub jego ścisły odpowiednik.)

Oczywiście mówimy cały czas o tranzystorach krzemowych - jeśli masz jakieś tranzystory germanowe (TG, ASY, AC, OC...), możesz je spokojnie wyrzucić na śmietnik albo oddać do muzeum. Przed ich wyrzuceniem spróbuj jednak otworzyć obudowę i zobacz jak są zbudowane. Warto!

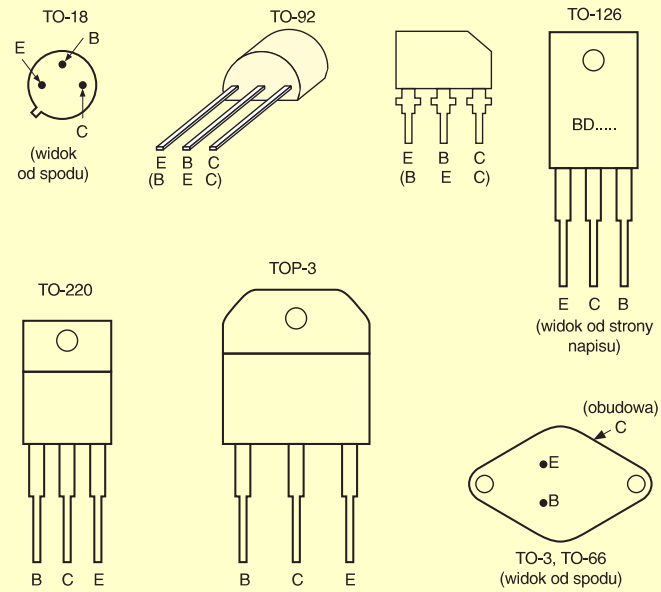
Według oznaczeń międzynarodowych, oznaczenie typu tranzystora powinno składać się z dwóch lub trzech liter i trzech cyfr.

Pierwsza litera wskazuje na materiał, z którego wykonano tranzystor. I tak: A oznacza german, B - krzem, C - arsenek galu. Druga litera wskazuje główny obszar zastosowań tranzystora:
C - tranzystor m.cz. małej mocy,
D - tranzystor m.cz. dużej mocy,
F - tranzystor w.cz. małej mocy,
L - tranzystor w.cz. dużej mocy,
S - tranzystor impulsowy małej mocy,
U - tranzystor impulsowy dużej mocy.

Trzecia litera może mieć różne znaczenia, nieistotne dla amatora. Z oznaczenia cyfrowego nie można bezpośrednio uzyskać informacji, trzeba odszukać w katalogu niezbędne parametry.

Podany sposób oznaczania nie pozwala jednak uniknąć wszelkich pułapek. Na przykład BF245...247 to tranzystory polowe złączowe, a BS107 czy BS170 to tranzystory typu MOSFET. Jeszcze gorzej wygląda sprawa z dość często spotykanymi oznaczeniami typu 2N... Generalnie, nie wszystkie elementy, których oznaczenie zaczyna się od 2N, są tranzystorami. W tym przypadku również należy odszukać w katalogu bliższe informacje. Podobnie ma się rzecz z tranzystorami japońskimi 2SA..., 2SD..., 2SK... itd.

W praktyce ten nieporządek nie jest większym problemem, bo wielu sprzedawców ma katalogi zawierające skrócone dane wieluset lub wielu tysięcy tranzystorów z całego świata.



Rys. 8. Typowa kolejność wyprowadzeń tranzystorów.

W układach publikowanych w EdW, w obwodach małej mocy możesz stosować dowolne tranzystory krzemowe NPN i PNP - chyba, że w tekście wyraźnie podano, że musi to być konkretny typ. Uwaga ta dotyczy także tranzystorów mocy (w tym tranzystorów Darlingtona i tranzystorów MOSFET), ale wtedy trzeba wiedzieć, czy dany tranzystor ma wystarczająco duże napięcie pracy, prąd kolektora (drenu) i moc strat.

Możesz więc przygotować dwa pudełka: na "uniwersalne" tranzystory małej mocy i oznaczyć je NPN oraz PNP (ale zidentyfikowane tranzystory w.cz, np. typu BF... umieść oddzielnie). Ja kiedyś miałem takie pudełka, ale teraz stosuję wyłącznie tranzystory NPN typu BC547...549 grupy B lub C i PNP typu BC557...559 z grupy B. Żeby było taniej, uzupełniam co jakiś czas ich zapas, kupując "na perskim" w paczkach po 100 lub więcej sztuk.

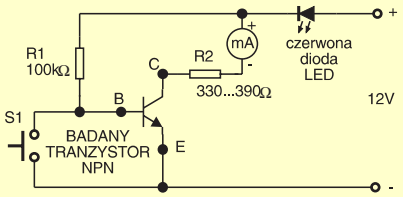
Gdy nie będziesz znał rozkładu wyprowadzeń posiadanych tranzystorów, do identyfikacji możesz wykorzystać wskazówki zawarte na **rysunku 7**. Przy sprawdzaniu omomierzem, tranzystor zachowuje się jak dwie połączone diody - porównaj rysunek 7a (ale tranzystora nie da się wykorzystać do zastąpienia dwóch diod). Za pomocą omomierza, możesz więc przez porównanie ze znanym egzemplarzem określić typ tranzystora (NPN lub PNP).

Jeśli wynik pomiaru będzie inny niż na rysunku 7b i 7c, to albo tranzystor jest uszkodzony, albo mierzysz inny element np. tranzystor JFET, MOSFET, jednozłączowy lub jeszcze inny wynalazek. Ponadto, sprawdzając bipolarne tranzystory dużej mocy możesz trafić na typy z wbudowanym rezystorem (między bazą a emiterem), lub diodą (między bazą a emiterem, albo emiterem i kolektorem).

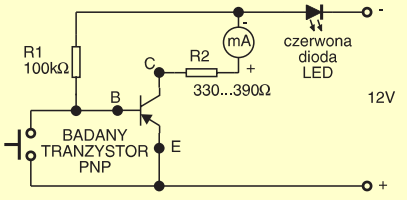
Sposobem podanym na rysunku 7 możesz jedynie określić, gdzie jest baza nieznanego tranzystora. Żeby rozróżnić emiter i kolektor, wykorzystaj **rysunek 8** i następujące uwagi:

- tranzystory w metalowej obudowie mają zazwyczaj kolektor połączony z obudową - dotyczy to tranzystorów małej i dużej mocy.
- w tranzystorach małej mocy w metalowej obudowie, języczek umieszczony jest przy emiterze. Zwykle baza jest umieszczona pomiędzy wyprowadzeniami emitera i kolektora. Ale w niektórych tranzystorach w.cz. środkową elektrodą jest emiter.

Gdy ze sterty wylutowanych skądś elementów wybierzesz już tranzystory małej mocy NPN i PNP, powinieneś jesz-



Rys. 9a. Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego małych tranzystorów NPN.



Rys. 9b. Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego małych tranzystorów PNP.

cze sprawdzić ich wzmocnienie. Napięcia pracy nie musisz sprawdzać - każdy tranzystor krzemowy m.cz. na pewno będzie pracował przy napięciach kolektora do 20...25V. Nie sprawdzaj prądu zerowego kolektora - jeśli krzemowy tranzystor nie jest definitywnie uszkodzony - prąd ten ma znikomą wartość rzędu nanoamperów. Nie sprawdzisz też dopuszczalnego prądu kolektora (musiałbyś zajrzeć do katalogu), ale na pewno prąd ten jest większy niż 50mA.

Ważny parametr - wzmocnienie stałoprądowe sprawdzisz w bardzo prostym układzie z **rysunku 9**. Najlepiej byłoby zastosować amperomierz z cyfrowego miernika uniwersalnego, pracujący na zakresie 20mA (lub przy tranzystorach większej mocy - 200mA). Prąd kolektora (mierzony amperomierzem) jest wprost proporcjonalny do wzmocnienia stałoprądowego tranzystora (tak zwana **b**). Przy podanym napięciu zasilania (12V) i wartości rezystora R1 (100k**W**), prąd bazy tranzystora wynosi około 10µA. Mierząc prąd kolektora można łatwo określić współczynnik wzmocnienia jako stosunek prądu kolektora do prądu bazy:

$\beta = I_C / I_B$

Ponieważ prąd bazy wynosi 1/100 miliampera, odczytany z miernika prąd wyrażony w miliamperach należy pomnożyć przez 100 - da to wartość współczynnika wzmocnienia prądowego.

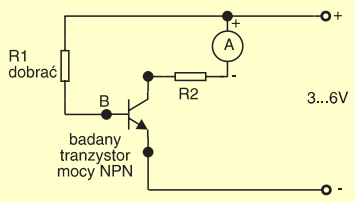
Rezystor R2 ograniczy prąd w przypadku, gdyby mierzony tranzystor był uszkodzony (przebity). Gdyby mierzony prąd był większy niż 20mA, to tranzystor prawdopodobnie jest uszkodzony - niezmiernie rzadko spotyka się tranzystory o wzmocnieniu powyżej 2000. Chyba, że jest to tzw. tranzystor Darlingtona, czyli połączenie dwóch tranzystorów w jednej obudowie. Darlingtony poznasz po tym, że napięcie między emiterem a bazą wynosi podczas pracy około 1,2...1,2V, a nie, jak w zwykłych tranzystorach, 0,6...0,7V. Spotykane na rynku darlingtony to tranzystory większej mocy, umieszczone w obudowach typowych dla tranzystorów mocy.

Aby przekonać się, czy tranzystor jest sprawny, możesz zewrzeć jego złącze baza-emiter (stąd przycisk S1 na rys. 9) - w sprawnym tranzystorze krzemowym prąd kolektora spadnie wtedy do wartości poniżej 0,1µA.

Z grubsza współczynnik wzmocnienia możesz też określić bez miliamperomierza - obserwując jasność świecenia diody LED.

Zachęcam Cię do takiego przetestowania wszystkich tranzystorów małej mocy pochodzących z odzysku. Tranzystory o wzmocnieniu poniżej 50 wyrzuć lub oddziel od pozostałych - przy tak małym wzmocnieniu w niektórych układach możesz nadziać się na kłopoty. Tranzystory ze wzmocnieniem powyżej 50 możesz stosować bez obaw, chyba że w wykazie elementów zaleca się użycie tranzystora o dużym wzmocnieniu (np. BC548 grupy B). Możesz się przygotować i na taką okoliczność: oddzielnie odłóż tranzystory o bardzo dużym wzmocnieniu (powyżej 200).

Na **rysunku 10** znajdziesz schemat układu, który pomoże Ci zmierzyć tranzystory większej mocy. Tym razem dla zmniejszenia mocy strat, napięcie zasilania powinno być znacznie niższe (3...6V), powinieneś też samodzielnie dobrać rezystor R1, aby uzyskać prąd bazy 0,1 lub 1mA i rezystor ograniczający prąd kolektora R2 do wartości bezpiecznej dla amperomierza. Nie powinieneś sprawdzać tych dużych tranzystorów przy prądzie bazy równym 10µA, jak w układzie z rysunku 10. Powinieneś mierzyć tranzystor przy prądach bazy i kolektora zbliżonych do prądów w rzeczywistych warunkach pracy. Przy małych prądach możesz otrzymać przerażająco słabe wyniki - na przykład niektóre krajowe tranzystory rodziny BD135...140 przy małych prądach wykazują wzmocnienie stałoprądowe rzędu 2...5, a przy większych prądach wzmocnienie wzrasta do kilkudziesięciu.



Rys. 10. Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystorów NPN większej mocy.

Co prawda obecnie w sprzęcie powszechnego użytku nie używa się już tranzystorów mocy w metalowych obudowach TO-3 lub TO-66, ale jeśli masz takie tranzystory, nie wyrzucaj ich - przydadzą się w niektórych eksperymentalnych układach. Spróbuj jednak zmierzyć ich wzmocnienie i od razu oddziel tranzystory ze wzmocnieniem poniżej 30.

Jeśli chodzi o tranzystory wysokonapięciowe, to musisz wiedzieć, że współczesne typy mają parametry nieporównanie lepsze niż elementy sprzed lat. Dlatego nie warto zbierać takich starych, wysokonapięciowych tranzystorów - chyba, że zdarza Ci się naprawiać stare czarno-białe telewizory. Zapomnij też o pomysłach na łączenie szeregowe kilku niskonapięciowych tranzystorów dla uzyskania wyższego napięcia pracy - w ogromnej większości przypadków w takich wysokonapięciowych obwodach możesz zastosować tanie MOSFE-Ty o napięciu pracy do 600V.

W tym liście nie opowiem Ci szczegółowo o tranzystorach polowych JFET i MOSFET; zostawimy to na inną okazję.

Sprawą dyskusyjną jest, czy warto kupować za kilkaset tysięcy złotych katalog ze skróconymi danymi klkuset lub kilku tysięcy typów tranzystorów. Ja takiego katalogu nie mam, bo skrócone dane otrzymam od sprzedawcy, a po pełne informacje, potrzebne przy opracowaniu nowego projektu, i tak muszę sięgnąć do katalogu producenta.

Układy scalone

Jak Cię znam, na pewno nie wyrzucisz żadnych układów scalonych, nawet jeśli nie wiesz, do czego służą.

Zbieraj je; z czasem prawdopodobnie zdobędziesz informacje, jaką pełnią funkcję. Gwarantuję Ci jednak, że i tak wykorzystasz tylko małą część tak odzyskanych skarbów. I mam do Ciebie małą prośbę: jeśli wylutujesz skądś nieznany układ, nie pisz do redakcji EdW z prośbą o wyjaśnienie, do czego można go zastosować. Mamy aż nadto takich pytań, a nie ma sensu na nie odpowiadać szczegółowo, bo zwykle są to specjalizowane układy automatyki przemysłowej, komputerowe czy telekomunikacyjne. Lepiej znajdź dostęp do dobrego katalogu typu Master (w sklepie z częściami, w klubie, w bibliotece szkolnej), gdzie znajdziesz przynajmniej podstawową informację o funkcjach takiego układu.

Natomiast jeśli posiadasz jakieś kostki produkcji krajowej (CEMI), a nie wiesz do czego służą, napisz do mnie - mogę zająć się tym tematem w jednym z następnych listów.

Piotr Górecki

W świecie radiofonii ciągle dokonuje się nowych, pasjonujących usprawnień. Mogłoby się wydawać, że w dziedzinie mediów telewizja zajmuje czołowe miejsce. Jest to jednak dalekie od prawdy. W ciągu wielu lat dokonano w radio wielu ulepszeń, które dowodzą, że dostosowuje się ono do najnowszych technologii i że dostarcza słuchaczom wszystkiego, czego potrzebują. Kończymy krótki przegląd technik stosowanych w radiofonii, od najstarszych do współczesnych.

RADIOFONIA

w ciągłym rozwoju, część 3

System danych AM

Wszyscy, którzy narzekają na trudności identyfikacji radiostacji w pasmie UKF FM, mieliby jeszcze większe kłopoty na falach krótkich. Trudno się więc dziwić, że podobny system identyfikacyjny został zaproponowany dla pasm krótkofalowych. Został on nazwany AMDS (A.M. Data System, system danych AM) i jest jeszcze w fazie eksperymentalnej, chociaż niektóre radiostacje, w tym BBC World Service, już włączyły go do swoich programów w celu obserwowania jego działania i skuteczności.

Wśród proponowanych udogodnień na pierwszych miejscach znajduje się wiele zawartych w RDS. W szczególności użyteczne są zamienne częstotliwości wraz z nazwami programów lub radiostacji. Komunikaty o ruchu drogowym zostały także włączone do tego systemu, jednak raczej na falach średnich, będących z natury pasmem raczej lokalnym.

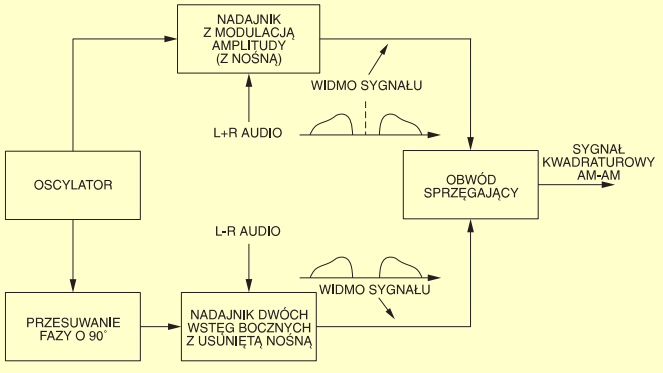
Inaczej niż w transmisjach UKF FM, w których jest możliwe skorzystanie z umieszczonej powyżej pasma audio podnośnej, w transmisjach AM trzeba było znaleźć inną metodę przesyłania dodatkowych informacji. Wykorzystano do tego modulację fazową częstotliwości nośnej z maksymalną szybkością przenoszenia 200 bitów na sekundę. Detektor sygnału audio odbiera tylko zmiany amplitudy, modulacja fazy nie powinna więc być słyszalna. W ten sposób można równolegle przesyłać sygnały audio i danych.

C-QUAM

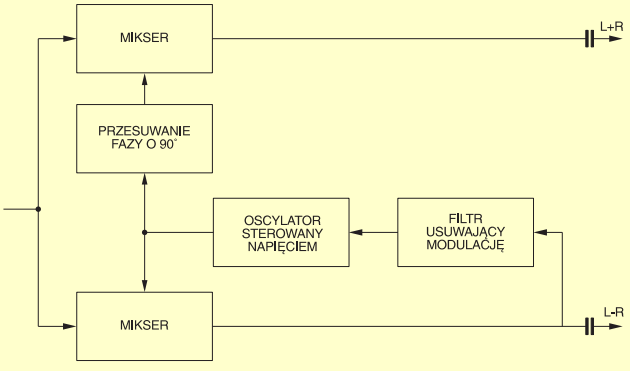
Radiofonia rozwija się głównie w zakresie UKF FM. Dźwięk wysokiej jakości, stereo, a ostatnio RDS, odciągają słuchaczy od tradycyjnych średniofalowych transmisji AM. Jest to szczególnie ostro odczuwane w USA, gdzie wiele rozgłośni ma koncesje tylko na fale średnie i chciałoby przyciągnąć odbiorców z powrotem z UKF. Jednym z pomysłów odmłodzenia AM jest wprowadzenie stereo. Próbowano wielu metod, ale tylko jedna zdobyła szersze uznanie. Jest to system C-QUAM firmy Motorola. Nazwa wzięła się ze skrótu Compatible QUadrature Amplitude Modulation (kompatybilna kwadraturowa modulacja amplitudy). W systemie tym sygnał mono L + R jest nadawany niemal w zwyczajny sposób przez modulację amplitudy fali nośnej. Informacja stereo jest natomiast nakładana na falę nośną kwadraturowo, czyli z przesunięciem fazy o 90° w stosunku do sygnału głównego. Zwyczajne odbiorniki reagują tylko na sygnał zmodulowany przez L + R, bez żadnych niepożądanych efektów. Odbiorniki stereo natomiast są w stanie zdekodować całą informację i odtworzyć bez trudności oba kanały.

Pierwszym stadium wytwarzania w nadajniku sygnałów C-QUAM jest generacja zwykłego systemu kwadraturowego AM. W tym celu na tej samej częstotliwości nośnej zostają umieszczone dwa sygnały, ale dla jednego z nich nośna jest przesunięta o 90°. Jeden ze sposobów osiągnięcia tego jest przedstawiony na **rys. 9**.

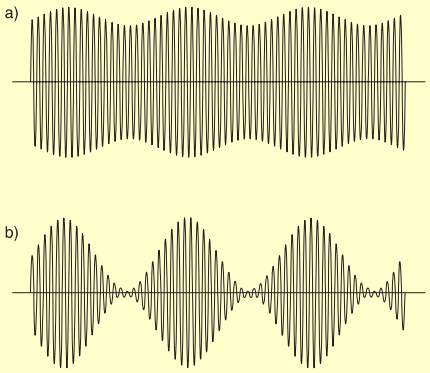
Standardowy nadajnik AM emituje sygnał mono L + R w zwykły sposób. Różnicowy sygnał stereo L - R moduluje drugą częstotliwość nośną, do czego służy układ zwany zrównoważonym modulatorem. Dostarcza on samych wstęg bocznych z usuniętą nośną. Oba sygnały zostają następnie zsumowane, wzmocnione i nadane. Uży-



Rys. 9. Generacja sygnałów kwadraturowych AM.



Rys. 10. Demodulacja sygnałów kwadraturowych AM.



Rys. 11. Obwiednie sygnałów kwadraturowych AM: a) modulacja tylko L+R (czyli sygnał mono); b) modulacja tylko L-R.

ta jest ta sama częstotliwość nośna, więc wstęgi boczne nakładają się w sensie częstotliwości, w odbiorniku mogą jednak zostać od siebie oddzielone.

W odbiorniku (**rys. 10**) częstotliwość nośna jest użyta do generacji sygnału odniesienia, sterującego dwoma potrzebnymi w procesie demodulacji zrównoważonymi mikserami. Sygnał ten dla jednego z nich zostaje przesunięty o 90˚.

Zrównoważony demodulator jest czuły na fazę, zatem jedna jego część może demodulować tylko sygnał L + R, a druga L - R. Dwa te sygnały są następnie demultipleksowane w taki sam sposób jak przy transmisjach UKF FM, otrzymując przez dodawanie i odejmowanie kanały L i R.

Ta podstawowa forma kwadraturowej modulacji amplitudy nie jest niestety zadowalająca. Działa dobrze z użyciem poprawnego demodulatora, jednak nie jest w pełni kompatybilna z większością będących w użytku detektorów AM, które reagują tylko na amplitudę, w rezultacie czego zniekształcenia są większe. Problem nie istnieje, gdy poziom sygnału L - R jest zerowy, ponieważ odebrany sygnał jest taki sam, jak z normalnego nadajnika. Jednakże przy większym sygnale L - R zniekształcenia są większe. Przyczyną tego zjawiska jest brak w procesie demodulacji własnej częstotliwości nośnej sygnału L - R. Jest to przedstawione na **rys. 11**.

Jeżeli nadawana jest sinusoida tylko w kanale L + R, przybierze ona postać pokazaną na rys. 11a, i może zostać w normalny sposób bez zniekształceń zdemodulowana w każdym odbiorniku. Jeżeli jednak ten sam sygnał jest nadawany tylko w lewym lub tylko w prawym kanale, to obecny jest tylko sygnał L - R, a jego przebieg wygląda tak, jak na rys. 11b. Po jego zdemodulowaniu w zwykłym odbiorniku, łatwo spostrzec, że zniekształcenia będą bardzo duże! Można więc sobie wyobrazić, że w przypadkach pośrednich, gdy istnieją oba sygnały, L + R i L - R, poziom zniekształceń będzie znaczny, zależnie od poziomu sygnału L - R.

Poprawka

Niezakłócanie przez transmisje C-QUAM normalnego odbioru w odbiornikach mono udało się uzyskać w prosty sposób. Sygnał audio L + R służy do zwyczajnej modulacji częstotliwości nośnej. Informacja fazowa, która byłaby dodana do tego sygnału przez sygnał L - R, zostaje wydzielona i użyta do modulacji fazowej głównego generatora nadajnika. Generuje on sygnał, który jest bardzo zbliżony do kwadraturowego sygnału AM, ale kompatybilny z istniejącymi odbiornikami.

W celu uatrakcyjnienia systemu C-QUAM dla producentów odbiorników i operatorów nadajników Motorola produkuje układ scalony demodulatora sygnałów C-QUAM.

Schemat blokowy stopnia, stosowanego w odbiornikach do demodulacji sygnałów C-QUAM, jest przedstawiony na **rys. 12**. Detektor obwiedni odbiera sygnał L + R w zwyczajny sposób. Sygnał ten jest doprowadzany do układu sterowania poziomu, gdzie zostaje przetworzony w kwadraturowy sygnał AM. Może on teraz zostać zdemodulowany przez dwa detektory synchroniczne czyli miksery i generator sterowany napięciem, wydzielający sygnał L - R. Z sygnałów L + R i L - R przez dodanie i odjęcie mogą zostać odtworzone kanały L i R.

DAB

Dzięki rewolucyjnym postępom elektroniki coraz to nowe pomysły stają się wykonalne i znajdują zastosowanie w istniejących systemach radiofonicznych. Transmisje UKF FM pomimo stosunkowo wysokiej jakości nie mogą dorównać powszechnym obecnie dyskom kompaktowym. Szumy tła, zwłaszcza w systemach stereo, oraz wierność odtwarzania mogłyby zostać poprawione tylko przez wprowadzenie nowego systemu.

Słuchacze radia w samochodach są narażeni na zniekształcenia powstające czasie przejazdu przez miejsca, w których powstają odbicia fal radiowych. Ich przyczyną jest równoczesny odbiór sygnału głównego z opóźnionym sygnałem odbitym. Napotykają oni także na trudności, gdy w czasie jazdy opuszczając obszar zasięgu jednego nadajnika chcą odnaleźć częstotliwość następnego. Bez wielkiej księgi z częstotliwościami nadajników może to się okazać bardzo trudnym zadaniem. Odnalezienie wybranej radiostacji jest trudne także z powodu wielkiej ich liczby. Dwa ostatnie problemy w znacznej mierze należą do obszaru zastosowania RDS, podstawowe mogą zostać rozwiązane za pomocą najnowszej technologii układów scalonych, na czym opiera się nowo zaproponowany system DAB (Digital Audio Broadcasts, radiofonia cyfrowa).

Start DAB

Rozwiązanie to jest już mocno zaawansowane i BBC właśnie uruchomiła pierwszą na świecie sieć DAB na terenie i wokół Londynu. Zostanie ona wkrótce rozszerzona na obszary innych dużych populacji i na łączące je drogi. W ten sposób programy wysokiej jakości zostaną udostępnione maksymalnej liczbie słuchaczy, i w domach, i przemieszczających się samochodami.

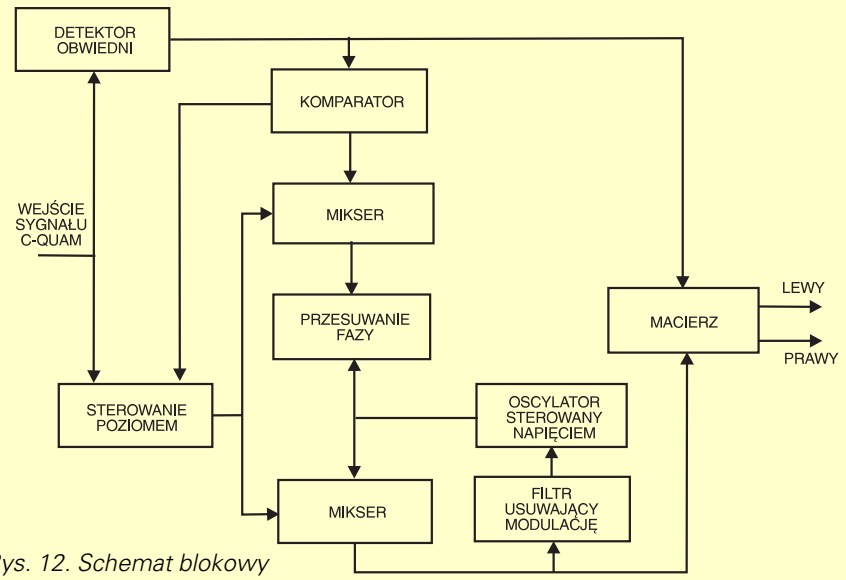
W opracowanie nowego systemu DAB zainwestowano wiele wysiłku, powinien on bowiem zaspokajać wszelkie wymagania w przeciągu dłuższego czasu, sięgającego w przyszłe stulecie. Przede wszystkim powinien on zapewnić transmisję programów o jakości CD tak w warunkach domowych jak i w samochodach. Nowy system powinien spełniać szereg dalszych wymagań, powinien dać się łatwo dostrajać, skutecznie wykorzystywać widmo i nadawać się do emisji i przez naziemne i satelitarne nadajniki.

Odbicia

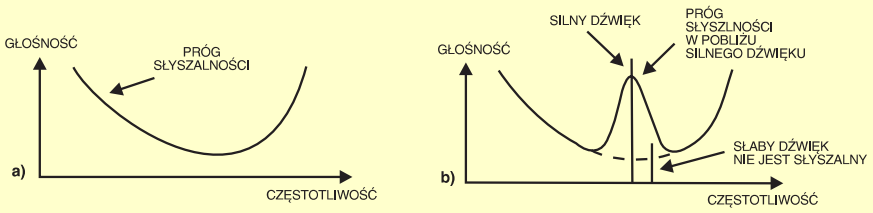
Zapotrzebowanie na ruchome radioodbiorniki ma duży wpływ na sposób nadawania. Odbicia sygnałów cyfrowych, podobnie jak analogowych, wywołują zniekształcenia odbioru. Jeden bit danych łączy się z następnym, ponieważ sygnał odbity może nadejść z opóźnieniem wielu mikrosekund.

W używanym w telewizji z wielkim powodzeniem cyfrowym systemie audio, NICAM, wysyła się 728kbitów na sekundę. Nie napotyka się jednak na takie kłopoty z odbiciami, ponieważ sygnał odbiera się przy pomocy anteny kierunkowej. Antena ta musi zapewniać odbiór bezodbiciowy, aby obraz był pozbawiony podwójnych konturów a dźwięk zniekształceń.

Odbiór bez szkodliwych skutków odbić jest możliwy przy szybkości nie większej niż 7k znaków na sekundę. Pojedyncza częstotliwość nośna przy tej szybkości przesyłania danych nie nadaje się do transmisji wysokiej jakości sygnałów



Rys. 12. Schemat blokowy detektora C-QUAM.



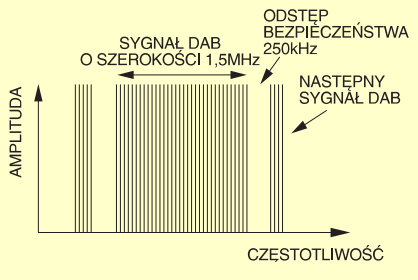
Rys. 13. Czułość ludzkiego ucha na dźwięk: a) poziom słyszalności w ciszy; b) maskowanie słabego dźwięku przez silny.

audio. Opracowano w tym celu nowe techniki, zdolne do przesyłania sygnałów bardzo dobrej jakości.

Pierwsza z tych technik polega na przesyłaniu tylko tych dźwięków, które są słyszalne dla ucha ludzkiego. Wykazano, że człowiek nie słyszy wszystkich dźwięków w zakresie pasma audio. Istnieje minimalny poziom progowy, poniżej którego dźwięki nie są słyszalne. Poziom ten jest wyższy i w zakresie wyższych i w zakresie niższych częstotliwości, jak przedstawia **rys. 13**. Stwierdzono także, że silny dźwięk maskuje słabsze dźwięki o sąsiednich częstotliwościach.

Nadając zgodnie z tą zasadą tylko dźwięki słyszalne, pasmo audio do 20kHz można przesyłać z szybkością 128kbitów na sekundę, sześciokrotnie mniejszą od wymaganej dla przesłania wszystkich danych. Technika ta jest zresztą używana nie tylko w radiofonii, zastosowano ją z powodzeniem w nowych cyfrowych kasetach kompaktowych (DCC) o systemie kodowania PASC i w dyskach kompaktowych Sony o systemie ATRAC.

Chociaż taki system kodowania sygnałów audio jest bardzo użyteczny do redukcji szybkości przesyłania danych, to nie wystarcza do eliminacji zakłóceń wywoływanych przez odbicia fal radiowych. W tym celu ilość danych zostaje jeszcze bardziej ograniczona, ale stosuje się za to szereg częstotliwości nośnych w systemie zwanym CODFM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex). Osiągnięto w ten sposób dostatecznie niską szybkość przesyłania danych, zachowując równocześnie zdolność do przenoszenia wymaganej ich ilości. W systemie tym używa się 1500 kanałów o niskiej szybkości, które zajmują w widmie około 1,5MHz. Sygnał ten zawiera 5 kanałów stereo, wybieranych w odbiorniku za pomocą przycisku. Całkowita szerokość pasma wynosi 1,75MHz, w którym kanały są rozmieszczone co 250kHz, jak pokazano na **rys. 14**.



Rys. 14. Widmo sygnału DAB.

Nowy system DAB z wielotorowym sygnałem jest odporny także na zakłócenia powodowane przez inne radiostacje, więc częstotliwości mogą być wielokrotnie dublowane, co ułatwia pokrycie obszaru. Można więc stosować "pokrycie dywanowe" bez potrzeby przestrajania odbiornika, gdy pojazd przemieszcza się z obszaru jednego nadajnika w obszar następnego.

Odbiorniki nowego systemu będą w dużym stopniu uzależnione od tzw. cyfrowego przetwarzania sygnału, odtwarzającego sygnał audio. Projektowane są na jego użytek specjalne układy scalone, a producenci odbiorników są zaawansowani w ich projektowaniu. Zapewne pierwsze odbiorniki będą drogie, będą jednak tanieć ze wzrostem sprzedaży.

Zakończenie

Radio stało się ważną częścią codziennego życia. Ciągle przybywa radiostacji, a ludzie ich słuchają więcej niż dotąd. Wraz z wprowadzaniem w życie nowych idei ich rozwój dotrzymuje kroku rosnącym wymaganiom. Radio nie pozostaje więc w zamierzchłej przeszłości. Rozwija się równocześnie z liderami wraz ze współczesną technologią.

oprac. **KP**

Artykuł opublikowano na podstawie umowy z "Everyday with Practical Elektronics".

Cd. ze str. 51

Na koniec list **Grzegorza Waruszewskiego** ze Świedziebni:

Szanowna Redakcjo!

Z pewnym zdziwieniem przeczytałem w sierpniowym numerze Waszego pisma, a dokładniej w recenzji red. Piotra Góreckiego, że prawo Ohma jest słuszne zawsze i wszędzie. Jest nieco inaczej. Zastanówmy się najpierw jaka jest treść tego prawa. Najprościej można powiedzieć, że natężenie prądu w przewodniku jest wprost proporcjonalne do napięcia między jego końcami. Nie jest to sformułowanie pochodzące od odkrywcy prawa (Ohm stwierdził proporcjonalność napięcia do natężenia), ale całkowicie równoważne. Inny sposób przedstawienia tego prawa polega na wcześniejszym zdefiniowaniu oporu jako wielkości pomocniczej. Nie od rzeczy będzie dodać, że definiowanie wielkości nie podlega żadnym ograniczeniom, mogę sobie definiować współczynnik X dla człowieka jako masę ciała w kilogramach podzieloną przez ilość liter w nazwisku i definicja będzie poprawna, chociaż jakby trochę bezużyteczna. A więc opór elektryczny jest to stosunek napięcia między końcami przewodnika do natężenia płynącego w tym przewodniku prądu. Ale to nie jest prawo Ohma! Jest to jedynie pomocnicza definicja, a treść prawa zawarta jest w następującym po niej stwierdzeniu: opór przewodnika jest stały. Dla porządku dodam trzecie sformułowanie: wykresem zależności napięcia od natężenia (lub odwrotnie) dla przewodnika jest linia prosta.

Łatwo zauważyć, że we wszystkich wersjach tego prawa powtarza się słowo przewodnik. Co ono oznacza? Można przyjąć (i tak czyniono), że przewodnik to materiał spełniający prawo Ohma. Wtedy rzeczywiście jest ono słuszne zawsze, podobnie jak masło jest maślane, i nie ma o czy mówić. Jeżeli jednak przyjmiemy bardziej potoczne rozumienie przewodnika jako ciała, które może przewodzić prąd elektryczny, to istnieją takie ciała, dla których prawo Ohma nie jest spełnione. Natomiast stwierdzenie, że dioda nie ma rezystancji, jest oczywiście niepoprawne, rezystancję można obliczyć na podstawie wzoru nawet dla serka topionego. Istotne jest to, że nie jest ona stała, a zmienia się w zależności od przyłożonego napięcia.

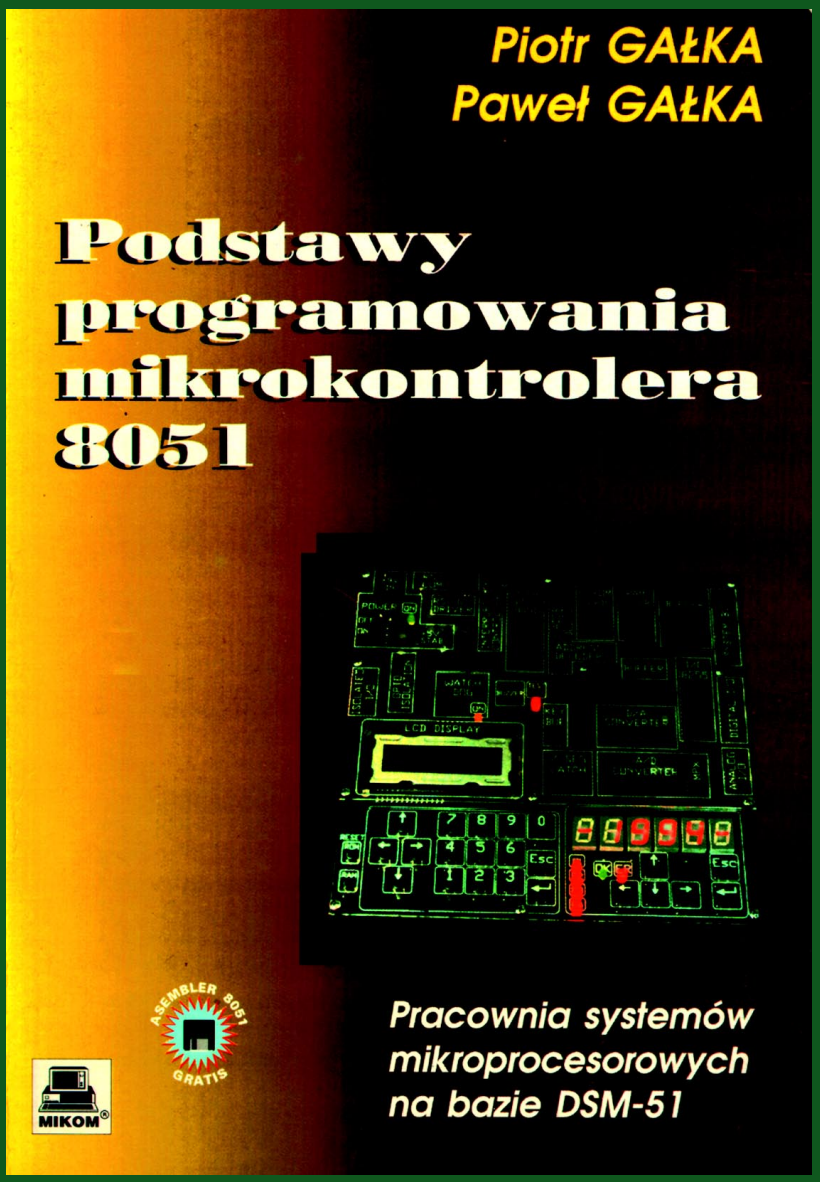
Rzeczywiście, elektronicy są tak przywiązani do oporu (no, niech będzie poprawnie, rezystancji) i do prawa Ohma, że używają ich dla elementów tego prawa nie spełniających. Nie jest to specjalnie trudne, ponieważ najbardziej zwariowany wykres zależności natężenia od napięcia rozpatrywany w niewielkim przedziale zmian napięcia jest prawie linią prostą (jeżeli nie jest, to bierzemy mniejszy przedział). Dla tego przedziału prawo Ohma jest słuszne, chociaż ogólnie element mu nie podlega.

Przepraszam za łopatologiczne tłumaczenie, ale jako nauczyciel mam już takie odchylenie zawodowe. Skoro już napisałem ten list, to poruszę jeszcze jedną denerwującą sprawę dotyczącą pośrednio tego prawa. W wielu publikacjach wyjaśnia się, że zimna żarówka ma mały opór, dlatego żarówki przepalają się w momencie włączenia. Wszystko się zgadza z wyjątkiem słowa "dlatego". Przez zimną żarówkę płynie prąd o dużym natężeniu, ale przecież natężenie nie przepala żarówki, tylko wysoka temperatura włókna, o czym wie każdy, kto widział na końcach takiego włókna stopione kuleczki wolframu. Jednym słowem włókno rozgrzewa się nadmiernie, ponieważ jest zimne. Widywałem logiczniejsze rozumowania.

Na rynku księgarskim można znaleźć sporo pozycji z dziedziny szeroko pojętej elektroniki. Nie wszystkie książki dostępne w księgarniach mają jednakową wartość praktyczną. Zdarzają się książki opracowane przystępnie i rzetelnie, które świetnie wprowadzają Czytelnika w arkana elektroniki. Jest sporo poważnych pozycji, które są bardzo wartościowe, ale niestety przeciętny hobbysta ma z nich niewiele pożytku, bo napisane są trudnym językiem i na dodatek nafaszerowane skomplikowanymi wzorami matematycznymi. Niektóre pozycje przeznaczone są wręcz dla wąskiej grupy specjalistów. Są wreszcie opracowania zupełnie bezwartościowe - choć w założeniu napisane dla hobbystów: albo są zdecydowanie nieświeże i przedstawiają nieaktualne dziś tematy, albo też prezentują zagadnienia w sposób zupełnie niestrawny i wręcz robią wodę z mózgu.

Celem rubryki "Recenzja" jest zorientowanie Czytelnika, co ciekawego może znaleźć w aktualnej ofercie księgarskiej. W rubryce tej przedstawiamy najciekawsze i najwartościowsze naszym zdaniem książki.

Obecnie nadrabiamy zaległości, prezentując pozycje, które już jakiś czas są w sprzedaży. W przyszłości będziemy na bieżąco informować Czytelników EdW, co wartościowego pojawiło się na rynku. Na pewno nie będziemy recenzować, czy przedstawiać wszystkich książek o elektronice, jakie pojawiają się w księgarniach. Ale sam fakt, że książka zostaje zaprezentowana na łamach EdW świadczy, że jest to pozycja godna uwagi - przynajmniej dla niektórych z Was.



Temat mikroprocesorów interesuje wielu z Was. W zasadzie każdy chciałby poznać tę dziedzinę, a potem samodzielnie wykonywać i programować mikroprocesorowe sterowniki do swoich konstrukcji. Niektórzy mają w tym zakresie absolutnie błędne wyobrażenia, uważając, iż wystarczy za kilka złotych kupić mikroprocesor, posiadać firmowy katalog z listą rozkazów, mieć dostęp do programatora Epromów, a potem już tylko wpisywać programy. Inni na odwrót - uważają, że ujarzmienie mikroprocesora to temat przerażająco trudny, nieosiągalny dla zwykłego śmiertelnika.

Tymczasem prawda leży gdzieś pośrodku. Pogląd, że można mikroprocesor zaprogramować "na piechotę", wpisując żmudnie do Eproma w postaci zerojedynkowej rozkaz za rozkazem, jest absolutnie błędny - teoretycznie jest to możliwe, ale w praktyce nikomu nie udało się tą drogą osiągnąć niczego sensownego.

Z drugiej strony sprawa wcale nie jest przerażająco trudna, ponieważ istnieje sporo sprzętowych i programowych narzędzi wydatnie ułatwiających naukę i późniejsze wykorzystanie mikroprocesorów. Przede wszystkim trzeba opanować asembler - czyli najbliższy mikroprocesorowi język programowania. Trzeba też mieć komputer, a w nim pewne użyteczne programy narzędziowe. Trzeba też posiadać jakiś system mikroprocesorowy, najlepiej taki, który można programować bezpośrednio z komputera łączem szeregowym (bez konieczności każdorazowego programowania Epromu).

I oto doszliśmy do książki "Podstawy programowania mikrokontrolera 8051", którą napisali Piotr i Paweł Gałka, a wydało wydawnictwo Mikom.

Książka, jak piszą Autorzy w przedmowie, wyjaśnia w przystępny sposób podstawowe zagadnienia związane z funkcjonowaniem mikroprocesora, przedstawia Dydaktyczny System Mikroprocesorowy DSM-51, po czym krok po kroku wprowadza w podstawy programowania w asemblerze. Autorzy, praktycy z krwi i kości, najpierw opracowali wspomniany system, a potem napisali do tego książkę. Dlatego treść i układ książki może niejednego zaskoczyć.

W pierwszym rozdziale w obrazowy sposób przedstawiono w zarysie działanie typowego systemu mikroprocesorowego. Zobrazowano je przykładem głupawego, aczkolwiek skrupulatnego i szybkiego urzędnika, który ma na swym biurku grubą książkę z kolejnymi poleceniami, parę kartek papieru, telefon, lampkę, a obok biurka wiecznie głodnego psa, któremu wciąż musi dokładać jedzenie. Jest to niewątpliwie najciekawszy

Wydawnictwo Mikom oraz Elektronika dla Wszystkich
Kupon uprawniający do rabatu 20% przy wysyłkowym kupnie
książki "Podstawy programowania mikrokontrolera 8051" P. i P. Gałkow.
rabat 20%

fragment książki - najlepsza analogia, jaką dotychczas spotkałem, czytelna dla wszystkich, którzy mają pierwszy kontakt z mikroprocesorem.

W następnych rozdziałach Autorzy na kilku stronach omawiają mikroprocesory, później na kilkunastu stronach - architekturę, działanie i obsługę swojego Dydaktycznego Systemu Mikroprocesorowego. Wreszcie w rozdziale czwartym, na ponad dwustu stronach, umieszczono dwadzieścia lekcji, w których po kolei omówiono najważniejsze zagadnienia związane z programowaniem mikrokontrolera 8051.

Jak się łatwo domyślić, książka jest w zasadzie podręcznikiem do wspomnianego systemu mikroprocesorowego. Czy jednak książka bez systemu ma jakąś wartość? Tak! Co prawda Autorzy poszli niecodzienną drogą - nie przedstawili nawet architektury i szczegółów działania mikroprocesora - skoncentrowali się natomiast na przykładach i praktycznym wykorzystaniu poszczególnych rozkazów. Każda lekcja omawia jakiś problem, podaje wskazówki jego rozwiązania i zawiera jeden lub kilka przykładowych programów napisanych w asemblerze. Nawet, gdy programy te nie zostaną uruchomione w systemie, można się z nich nauczyć właściwego podejścia do problemu i zapoznać z typowymi procedurami. I to jest najcenniejsza cecha tej książki.

Oczywiście, wszystkie walory książki ujawniają się dopiero przy wykorzystaniu wspomnianego systemu DSM-51. Jednak każdy, kto chce nauczyć się programowania mikrokontrolera 8051, niewątpliwie bardzo dużo skorzysta z podanego materiału, zwłaszcza, że do książki dołączona jest dyskietka, na której między innymi znajduje się użyteczny makroasembler oraz listingi wszystkich programów i procedur omawianych w książce. Nie znaczy to, że przeczytanie książki wystarczy do praktycznego opanowania programowania w asemblerze. Do tego konieczne są ćwiczenia praktyczne.

Po przeczytaniu książki (na sucho) miałem uczucie pewnego niedosytu - książka świetnie pokazuje ogólną zasadę pracy mikroprocesora oraz zawiera rzetelne przykłady prostych programów i procedur - ale mam wrażenie, iż zabrakło środka.

Początkujący elektronik, któremu w pierwszym rozdziale zaoferowano naprawdę znakomite wprowadzenie (o głupawym urzędniku), i któremu już się wydaje, iż prawie wszystko rozumie, zaraz w następnych rozdziałach zostaje sprowadzony z obłoków na ziemię, bo na podstawie lakonicznego opisu nie jest w stanie uporządkować sobie pod sufitem informacji o mnemonikach, etykietach, operandach, dyrektywach i innych potworach. Jeśli w tym momencie się nie zniechęci, to przy sporym wysiłku może zacząć porządkować cały powstały w głowie bałagan na podstawie informacji z rozdziału czwartego.

Mimo, że w pełni popieram metodę nauki opartą na przykładach, uważam, iż przydałby się także przystępny opis architektury 8051 i pełne wyjaśnienie charakterystycznych dla '51 i sposobów adresowania bajtów i bitów.

Ta jedna książka nie wystarczy więc do opanowania tajników procesora 51. Książki nie zmienimy (chyba, że Autorzy zrobią to w drugim wydaniu), ale w tym miejscu chciałbym poradzić tym wszystkim, którzy czytać będą książkę na sucho, aby nie zniechęcili się niezrozumiałymi fragmentami. Skoncentrujcie się na tym, co rozumiecie, a szczegóły staną się jasne z czasem. Książka, napisana przez praktyków, jest istną kopalnią cennych wiadomości i źródłem przydatnych procedur. Podchodźcie do materiału metodą kolejnych przybliżeń, szukajcie informacji w innych źródłach.

Autorzy książki zmierzyli się z bardzo trudnym zadaniem i należą się im za to słowa szczerego uznania. Rozumiemy to doskonale, bo sami przygotowujemy się do przystępnego kursu programowania '51 na łamach EdW.

W sumie książkę należy uznać za bardzo dobrą: polecam ją dosłownie każdemu, kto chce poznać programowanie '51 - zarówno początkującym, jak i tym, którzy już mieli jakiś kontakt z procesorem.

Zachętą będzie przystępna cena. Wydawnictwo Mikom oferuje tę 300-stronicową książkę (wraz z dyskietką) w drodze sprzedaży wysyłkowej na bardzo korzystnych zasadach: od ceny detalicznej przyznaje rabat 20% i na dodatek pokrywa koszty przesyłki pocztowej. W ten sposób Czytelnicy EdW po wysłaniu na adres Wydawnictwa Mikom (ul. Andrzejowska 3, 02-312 Warszawa, skr. poczt. 143) zamówienia wraz z oryginalnym kuponem, zapłacą przy odbiorze jedynie 15 zł 80 gr.

Piotr Górecki

Wydawnictwo Mikom oraz Elektronika dla Wszystkich.
Kupon uprawniający do rabatu 20% przy wysyłkowym kupnie książki "Podstawy programowania mikrokontrolera 8051" P. i P. Gałków.
rabat 20%

Poczynając od tego numeru, co jakiś czas w Elektronice dla Wszystkich pojawiać się będzie rubryka, zatytułowana właśnie "Dodatnie sprzężenie zwrotne". Rubryka ta powstała pod wpływem Waszych listów. Okazało się, że nie wszystkie nadsyłane problemy i pytania uda się poruszyć w Poczcie, ponieważ niektóre wymagają szerszego umówienia i wyjaśnienia. Otrzymujemy także sporo próśb o opracowanie i zaprezentowanie na łamach EdW różnych układów elektronicznych.

Według naszych planów, rubryka "Dodatnie sprzężenie zwrotne" będzie zawierać zarówno materiał opisowy, wyjaśniający problemy techniczne, jak też w jej ramach będziemy przedstawiać projekty opracowane w redakcji, niejako na Wasze zamówienie.

Pierwszym tematem, który bierzemy na warsztat, jest sprawa ładowania akumulatorów. Listy z prośbami dotyczącymi tego zagadnienia nadesłali ostatnio Dariusz Stępień, Stanisław Opoka, Bogusław Łącki, Andrzej Adamczyk, Andrzej Hoć.

Akumulatory, część 1

W naszej codziennej praktyce spotykamy się z różnymi typami akumulatorów.

Od dawna znamy akumulatory ołowiowe, stosowane powszechnie we wszelkich pojazdach samochodowych oraz w systemach alarmowych.

Do najróżniejszych przenośnych urządzeń elektronicznych wykorzystuje się powszechnie akumulatory kadmowo-niklowe (oznaczane w skrócie CdNi lub NiCd). Od kilku lat na rynek pomału wchodzą akumulatory niklowo-wodorkowe, oznaczane w skrócie NiMH. Coraz więcej słyszymy też o akumulatorach litowo-jonowych (Li-Ion), a różne firmy prezentują kolejne rozwiązania, oparte na coraz to innych materiałach czynnych.

Obecnie najpopularniejsze są akumulatory ołowiowe, dlatego zajmiemy się nimi na początku. W dalszej kolejności poznamy bliżej akumulatory CdNi i NiMH.

Akumulatory ołowiowe

Przed laty dostępne były jedynie akumulatory ołowiowe przeznaczone do pojazdów samochodowych. Po zakupieniu takiego akumulatora należało zalać go przygotowanym samodzielnie elektrolitem o odpowiedniej gęstości i przeprowadzić pierwsze ładowanie. Od tego pierwszego ładowania, zwanego formowaniem, zależały późniejsze parametry, między innymi pojemność. Elektrolitem był roztwór kwasu siarkowego w wodzie destylowanej - stąd potocznie akumulatory takie nazywa się kwasowymi.

Na stacjach benzynowych można było kupić aerometry - szklane przyrządy, które pozwalały sprawdzać gęstość elektrolitu (powinna wynosić 1,26...1,28 g/cm^3). Przygotowanie elektrolitu wymagało sporo ostrożności ze względu na żrące właściwości kwasu siarkowego. Prawdopodobnie pamiętasz jeszcze z podstawówki starą chemiczną rymowankę: jeśli nie chcesz zrobić szkody, zapamiętaj: kwas do wody. Próba wlewania wody do dużo gęściejszego kwasu może się skończyć rozpryskiem kwasu i poparzeniem.

Obsługa takich akumulatorów była uciążliwa, bowiem należało kontrolować poziom elektrolitu w poszczególnych celach akumulatora i co jakiś czas dolewać wody destylowanej. Jedyną zaletą takich starych akumulatorów był fakt, że można było w prosty sposób sprawdzać stan naładowania akumulatora, mierząc aerometrem gęstość elektrolitu.

Spektakularnym objawem pełnego naładowania akumulatora kwasowego jest tak zwane gazowanie elektrolitu (elektroliza wody). Właśnie ono jest znakiem, że akumulator jest pełny i ładowanie należy przerwać.

Nie musisz znać i rozumieć reakcji chemicznych, jakie zachodzą w akumulatorze, musisz jednak pamiętać o pewnej podstawowej zasadzie: w pełni naładowany akumulator ma maksymalną (nominalną) gęstość elektrolitu. Podczas rozładowania gęstość elektrolitu maleje. Można powiedzieć, że w akumulatorze rozładowanym do granic możliwości, elektrolitem jest... woda. Powinieneś to zrozumieć i zapamiętać raz na zawsze.

Mówiąc w dużym uproszczeniu, podczas rozładowania siarka z kwasu przechodzi na płyty, a podczas ładowania wraca z powrotem do elektrolitu. Można to ująć nieco dokładniej - w czasie rozładowania na płytach tworzy się siarczan ołowiu, słabo przewodzący prąd. Podczas ładowania siarczan w wyniku reakcji chemicznych zamienia się w kwas siarkowy. Gdy "cała siarka" przejdzie do elektrolitu, akumulator jest w pełni naładowany i dalsze przepuszczanie przez

niego prądu powoduje już tylko elektrolizę wody (gazowanie akumulatora).

W zasadzie proces tworzenia siarczanu ołowiu jest odwracalny, ale wyobraź sobie, że przy totalnym wyładowaniu "elektrolit" to w rzeczywistości woda destylowana, a płyty pokryte są siarczanem ołowiu. Co się stanie przy próbie naładowania takiego zupełnie rozładowanego akumulatora? Dołączysz napięcie, nawet znacznie wyższe od nominalnego napięcia akumulatora, a prąd przez akumulator (czytaj: wodę destylowaną) wcale nie chce płynąć - praktycy mówią, że głęboko wyładowany akumulator nie chce ruszyć. Prąd płynący przez głęboko rozładowany akumulator z początku rzeczywiście ma znikomą wartość, rzędu mikroamperów, ale z czasem zacznie się pomału zwiększać i niekiedy dopiero po kilku godzinach, czy nawet dniach, uzyska sensowną wartość. Nie znaczy to jednak, że po takim nietypowym, długim ładowaniu, akumulator odzyska pierwotną pojemność. Na pewno słyszałeś, że płyty ulegają zasiarczeniu, przez co akumulator przestaje spełniać swoją rolę. Rzeczywiście, część siarczanu ołowiu, o krystalicznej, zwartej budowie, po prostu nie da się w czasie ładowania "wyrwać" z płyt i w konsekwencji następuje stopniowe pogorszanie właściwości akumulatora. Musisz wiedzieć, że proces zasiarczania zachodzi we wszystkich akumulatorach kwasowych, a jego szybkość zależy od warunków pracy i ładowania: między innymi od temperatury, stopnia rozładowywania itd. Szczegóły w dalszej części artykułu.

Informacje na temat akumulatorów ołowiowych nie są użyteczne dla użytkowników innych typów akumulatorów. Popularne akumulatory kadmowo-niklowe pracują na zupełnie innej zasadzie, mają inne charakterystyki i wymagają odmiennych sposobów ładowania.

Teraz już znasz podstawy działania akumulatora ołowiowego.

Powróćmy do historii. Kolejnym krokiem w rozwoju było wyprodukowanie tzw. akumulatorów suchoładowanych, których po wlaniu elektrolitu nie trzeba było specjalnie formować. Ale dopiero pojawienie się tzw. akumulatorów bezobsługowych oznaczało duży postęp. W sumie ich bezobsługowość polega na tym, że w przepisanych warunkach pracy, ubytek wody wskutek gazowania jest na tyle niewielki, iż nie trzeba ustawicznie kontrolować poziomu elektrolitu i dolewać wody.

Z czasem okazało się, iż stosunkowo tanie akumulatory ołowiowe można byłoby stosować o wiele szerzej, gdyby nie istniała groźba wylania żrącego elektrolitu. Powstały więc nowe konstrukcje, w których płynny elektrolit niejako uwięziono, wypełniając wnętrze akumulatora odpowiednim materiałem włóknistym. Innym sposobem było dodanie do płynnego elektrolitu pewnych substancji, które zamieniły go w swego rodzaju galaretę - żel. Tak oto doszliśmy do akumulatorów żelowych.

Obie ostatnie grupy to akumulatory szczelne (ang. sealed), nie grożące wylaniem elektrolitu. Niektóre mogą pracować w dowolnej pozycji. Takie akumulatory powszechnie stosuje się w rezerwowych źródłach zasilania, na przykład w systemach alarmowych czy komputerowych UPS-ach.

A teraz przechodzimy do analizy parametrów akumulatorów kwasowych.

Na początek dwie uwagi. Po pierwsze, podane dalej informacje bazują na materiałach firmowych dostarczonych przez zagraniczne firmy, i dotyczą akumulatorów nowoczesnych, szczelnych. Niestety, nie udało mi się zdobyć sensownych informacji od krajowych producentów, a dzwoniłem tak do Piastowa, jak i Poznania - po prostu trafiłem na osoby niekompetentne, nie umiejące odpowiedzieć na zadane pytania techniczne, zalecające mi lekturę starych książek; odsyłano mnie od Annasza do Kajfasza, a jeden rozmówca twierdził nawet, że nie może mi udzielić żadnych informacji bez zgody dyrektora naczelnego. Przy takim podejściu do odbiorcy i takich kwalifikacjach personelu czarno widzę przyszłość rodzimego przemysłu.

Po drugie, z podanych informacji należy wyciągnąć ogólne wnioski i zrozumieć istotę problemu, a nie oczekiwać szczegółowych odpowiedzi typu: "jaką maksymalną temperaturę może osiągnąć elektrolit?".

A teraz parę słów o najważniejszych parametrach.

Definicje

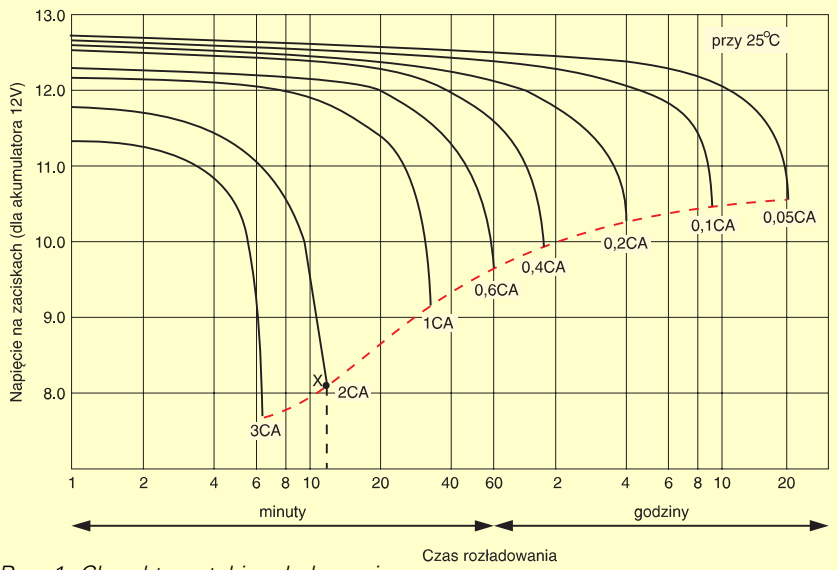
Najważniejszy parametr to pojemność akumulatora, oznaczana literą C. Otrzymujemy ją mnożąc prąd rozładowania I przez czas rozładowania t:

$C = I_{rozł} \times t_{rozł}$

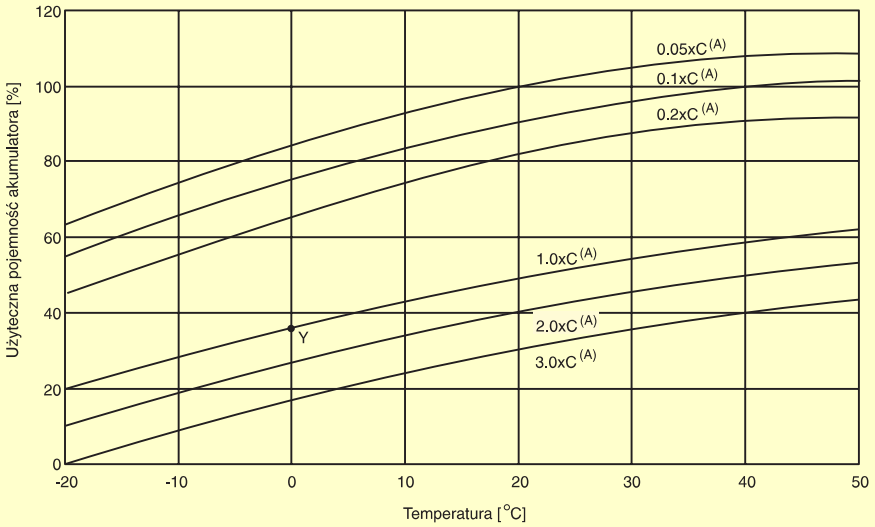
Prąd wyraża się w amperach, czas w godzinach (ang. hour), stąd pojemność podawana jest w amperogodzinach (Ah) lub miliamperogodzinach (mAh).

Jak się za chwilę okaże, pojemność akumulatora nie jest stała (!), zależy bowiem od prądu rozładowania. Żeby łatwo porównać różne akumulatory, przyjęto określać pojemność nominalną przy rozładowywaniu takim prądem, aby pełne rozładowanie trwało 10 godzin (akumulatory samochodowe), lub 20 godzin (mniejsze akumulatory). Można więc powiedzieć, że podawana w katalogach nominalna pojemność akumulatora C jest pojemnością dziesięciogodzinną (albo dwudziestogodzinną).

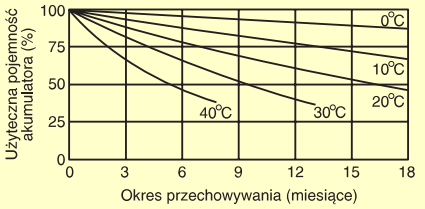
Dla ułatwienia, prądy ładowania i rozładowania podawane są nie wprost w amperach, tylko w odniesieniu do pojemności nominalnej C. Na przykład napotykamy zdanie: ładować przez 14 godzin prądem 0,1C. Nie wiemy jaką wartość ma mieć prąd ładowania, dopóki nie dowiemy się, jaka jest pojemność nominalna C takiego akumulatora. Gdy pojemność nominalna C wynosi, powiedzmy, 20Ah, prąd 0,1C wynosi 0,1 x 20 = 2A.



Rys. 1. Charakterystyki rozładowania.



Rys. 2. Zależność pojemności od temperatury.



Rys. 3. Krzywe samorozładowania.

Charakterystyki

Wszystkie zamieszczone dalej rysunki dotyczą nowoczesnych akumulatorów ołowiowych brytyjskiej firmy Yuasa, które sprzedawane są w sieci firmowej AVT. Bardzo podobne parametry mają akumulatory ołowiowe innych dobrych firm. Natomiast podane wiadomości są zupełnie nieprzydatne użytkownikom akumulatorów kadmowo-niklowych.

Na pewno wiesz, że nominalne napięcie jednego ogniwa, lub jak częściej mówimy - jednej celi - wynosi 2V. Akumulator 12-woltowy składa się z sześciu cel.

Na **rysunku 1** przedstawiono charakterystyki rozładowania. Z rysunku można odczytać szereg cennych informacji. Po pierwsze zauważ, że nominalną pojemność uzyskuje się przy rozładowaniu prądem dwudziestogodzinnym (0,05C) do napięcia końcowego 10,5V, czyli 1,75V/ogniwo. Ale przy większych prądach rozładowania użyteczna pojemność jest zdecydowanie mniejsza. Znajdź na rysunku 1 punkt X; przy prądzie 2C pojemność wynosi tylko 2C x 12minut = 2C x 0,2h = 0,4C, czyli rzeczywista pojemność wynosi w tych warunkach tylko 40% pojemności nominalnej, i to przy rozładowaniu do napięcia 1,36V/ogniwo!

Po drugie, z rysunku 1 można odczytać, do jakiego napięcia końcowego można rozładowywać akumulator - granicę tę zaznaczono czerwoną linią przerywaną. Przy mniejszych prądach jest to napięcie 1,75V/ogniwo, przy większych prądach może być mniejsze, nawet do 1,3V/ogniwo.

Po trzecie z charakterystyk można się dowiedzieć, jak w czasie rozładowania obniża się napięcie akumulatora. Jest to istotne, gdyby akumulator miał współpracować ze stabilizatorem lub bezpośrednio zasilać układ czuły na zmiany napięcia zasilającego.

A teraz przeanalizujmy **rysunek 2**, przedstawiający zależność pojemności akumulatora od temperatury pracy. W wyższej temperaturze reakcje chemiczne przebiegają szybciej i powoduje to wzrost pojemności akumulatora. W niższych temperaturach pojemność radykalnie maleje - znajdź na rysunku 2 punkt Y. Przy rozładowaniu prądem 1C w temperaturze 0°C rzeczywista pojemność wyniesie tylko 35% pojemności nominalnej! Teraz rozumiesz kłopoty z rozruchem samochodu zimą, gdy w temperaturze -20°C pobieramy z akumulatora prąd rzędu 5...10C.

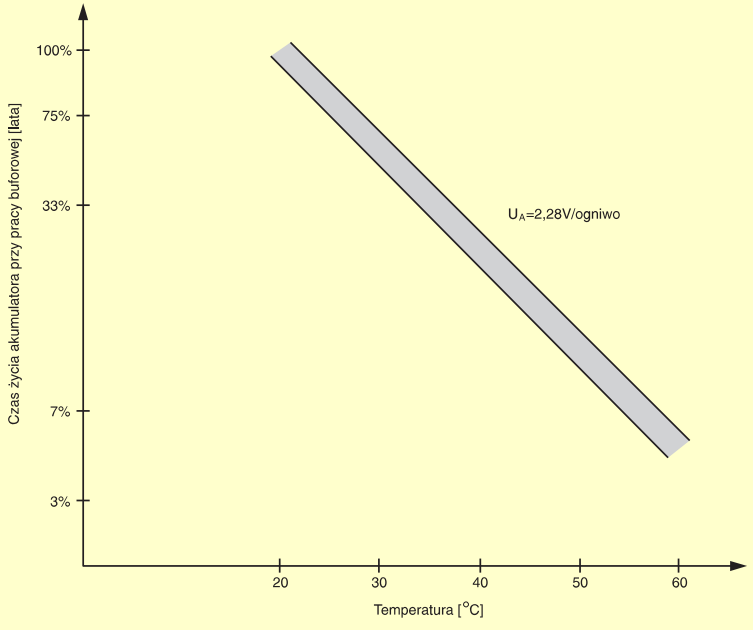
Przed chwilą cieszyliśmy się, że w wyższych temperaturach akumulator ma większą pojemność. Nie ma się z czego cieszyć - popatrz na **rysunek 3**. Pokazuje on zależność szybkości samorozładowania od temperatury. W wyższej temperaturze akumulator szybko traci swoją energię - po sześciu miesiącach przechowywania w temperaturze +40°C w pełni naładowanego akumulatora, pozostanie w nim jedynie 45% pierwotnej energii.

Ale to nie jest najgorsze, bo przecież rozładowany akumulator można zawsze podładować. Popatrz na **rysunek 4**. Pokazuje on przybliżoną zależność czasu pracy od temperatury. O ile akumulator mógłby pracować w temperaturze +20°C kilka lat, o tyle w temperaturze +60°C straci pojemność już po kilku miesiącach! Nie pytaj więc drobiazgowo o szczegóły - zapamiętaj, że wysokie temperatury pracy są dla akumulatora ołowiowego wręcz zabójcze.

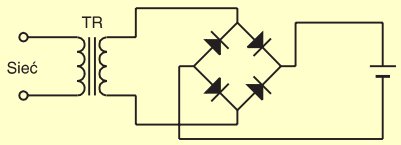
Masz więc częściową odpowiedź na pytanie, jaka może być maksymalna temperatura elektrolitu: w miarę możliwości należy unikać wysokiej temperatury, a także dużych prądów ładowania, które powodowałyby znaczny wzrost temperatury akumulatora.

I oto doszliśmy do metod ładowania. Tematem tym zajmiemy się szczegółowo za miesiąc.

(red)



Rys. 4. Zależność trwałości od temperatury.

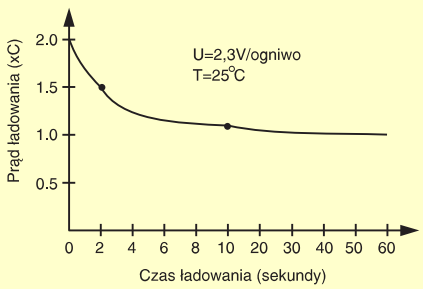


Rys. 5.

Wykorzystanie prostownika

Najczęstszym sposobem ładowania akumulatorów kwasowych jest użycie transformatora i prostownika w układzie z **rysunku 5**. Akumulator jest ładowany prądem tętniącym. Prąd ładowania i zmiany prądu ładowania takiego prostownika są trudne do określenia, zależą głównie od wydajności prądowej użytego transformatora. W przypadku akumulatorów rozruchowych o pojemnościach rzędu kilkudziesięciu amperogodzin i prądzie ładowania rzędu kilku amperów, taki prosty sposób może być uzasadniony z uwagi na koszty. Ale w przypadku małych akumulatorów o pojemności do kilku amperogodzin, takiej metody nie powinno się stosować. Generalnie należy wtedy stowować rodzaj stabilizowanych zasilaczy, dostarczających prądu o małych tętnieniach.

Nie mam dokładniejszych danych dotyczących akumulatorów rozruchowych, ale zobacz, jak wygląda to w przypadku szczelnych akumulatorów firmy YUASA. Firma zaleca, aby ciągły prąd ładowania nie przekraczał 0,25C. Jednak po dołączeniu napięcia do rozładowanego akumulatora, w pierwszych chwilach ładowania prąd może osiągnąć dużo większą wartość. Mogłoby to spowodować przegrzanie i uszkodzenie akumulatora. W przypadku wyrobów wspomnianej firmy, przy napięciu 2,3V/ogniwo, uszkodzenie nie powinno nastąpić, bowiem konstrukcja akumulatora ogranicza maksymalny prąd do wartości około 2C. Prąd ten maleje zresztą dość szybko do wartości około 1C. Pokazano to na **rysunku 6**.



Rys. 6.

Należy jednak zauważyć, że wykres z rysunku 6 dotyczy sytuacji, gdy dołączono napięcie ładowania o stałej wartości 2,3V/ogniwo. W praktyce napięcie to może być większe, i wtedy istnieje groźba uszkodzenia lub przynajmniej zmniejszenia trwałości akumulatora. Odnotuj więc ważny wniosek: warto kontrolować prąd w pierwszych chwilach ładowania i stosować niewielkie prądy ładowania.

Ogólnie rzecz biorąc, korzystniejsze jest ładowanie dłuższe, prądem rzędu 0,1C. Wniosek taki znajduje potwierdzenie w praktyce - często słyszy się zalecenia, żeby reanimować całkowicie rozładowane i zasiarczone akumulatory ładując je kilkadziesiąt godzin niewielkim prądem. Po przeprowadzeniu kilku cykli powolnego ładowania i rozładowania, akumulator odzyska znaczną część swej nominalnej pojemności. Oczywiście nie uda się uzyskać pojemności nominalnej - całkowite rozładowanie zawsze niekorzystnie odbija się na właściwościach akumulatora.

Sprawa reanimowania zasiarczonych "trupów" to oddzielny temat. Niektórzy zalecają wtedy tzw. ładowanie pulsacyjne. Z grubsza biorąc, wykorzystuje się tu prostownik jednopołówkowy. W jednym półokresie akumulator jest ładowany, w drugim - rozładowywany, ale nieco mniejszym prądem. W ten sposób przez akumulator płyną znaczne prądy ładowania i rozładowania, a średni prąd ładowania jest niewielki. Jest to sposób znany i zalecany w literaturze amatorskiej, ale jak dotąd nie znamy żadnego producenta, który zalecałby taki sposób ładowania swoich wyrobów. Wprost przeciwnie - dla małych, szczelnych akumulatorów zaleca się, żeby tętnienia prądu ładowania nie przekraczały wartości 0,1C! Jeśli ktoś z Was ma praktyczne doświadczenia w tym zakresie, prosimy o listy - chętnie je opublikujemy na łamach Forum.

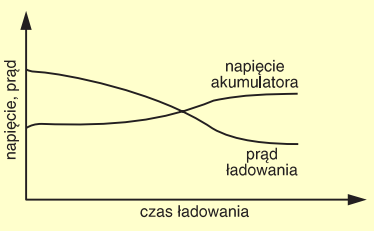
Można jeszcze zadać sobie pytanie: dlaczego obecnie dąży się do skrócenia czasu ładowania? Przyczyną jest wyłącznie nasza niecierpliwość - w dzisiejszym zwariowanym świecie każdy chciałby naładować akumulator jak najszybciej, najlepiej w ciągu kilku minut czy nawet sekund. Dlatego współczesne akumulatory są tak konstruowane, żeby można je było ładować względnie szybko. Póki co, nawet ekspresowe ładowanie trwa około godziny, zresztą nie wszystkie akumulatory je wytrzymują. Generalnie akumulatory nie lubią dużych prądów ładowania i jeśli to możliwe należy je ładować prądami rzędu 0,1C - niewątpliwie wyjdzie im to na zdrowie.

Dlatego do ładowania akumulatorów można z powodzeniem stosować prosty układ z **rysunku 7**. Dobre wyniki uzyskuje się, stosując tu transformator bezpieczeństwa 220V/24V. Żarówka umieszczona w obwodzie uzwojenia pierwotnego transformatora ogranicza prąd ładowania do pewnej wartości, nie większej niż 0,1C. Parametry transformatora i moc żarówki decydują, jaka to będzie wartość, i jak zmieniać się będzie prąd ładowania w zależności od napięcia akumulatora.

Na **rysunku 8** pokazano przykładowy przebieg zmian w czasie prądu ładowania i napięcia akumulatora. Wykres ten nie niesie istotnych informacji, pokazuje tylko, że wskutek istnienia rezystancji wewnętrznej prostownika, prąd ładowania maleje ze wzrostem napięcia akumulatora, czyli prąd ten zależy od stanu naładowania akumulatora.

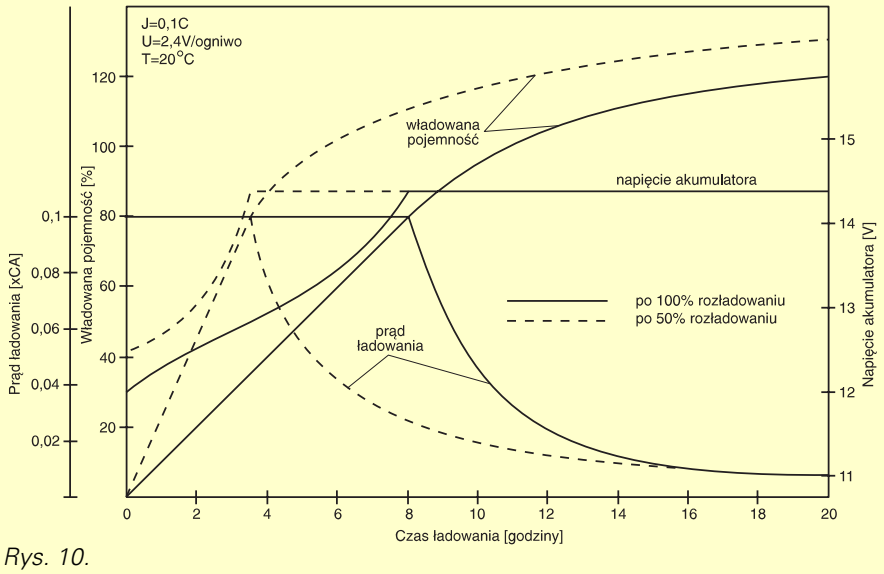
Przy takim sposobie, należy kontrolować czas ładowania (ewentualnie stan naładowania akumulatora), aby uniknąć przeładowania.

Rys. 7.



Rys. 8.

Rys. 9.



Rys. 10.

Ładowanie prądem o stałej wartości

Wydawałoby się, że dla uniknięcia przeładowania, najlepszym sposobem jest ładowanie prądem o ustalonej wartości (powiedzmy 0,1C), przez ściśle określony czas (np. 12...15 godzin). Rzeczywiście, można skonstruować niezbyt skomplikowany układ elektroniczny z tranzystorami czy tyrystorami, który niezależnie od napięcia akumulatora dostarczałby prądu o określonej wartości. Bez większego kłopotu można też skonstruować układ czasowy odmierzający potrzebny czas ładowania. Zmiany prądu i napięcia przy takiej metodzie pokazane są na **rysunku 9**.

Taka metoda władowania określonej ilości amperogodzin jest może i dobra, ale tylko wtedy, gdy akumulator jest rozładowywany w kontrolowany sposób. W przypadku częściowego rozładowania - zbyt duża dawka ładowania może niekorzystnie wpłynąć na jego parametry. Przy głębokim, całkowitym rozładowaniu, porcja ładunku okaże się za mała dla pełnego naładowania.

Dlatego sposób ładowania prądem o niezmiennej wartości nie jest polecany przez producentów.

Ładowanie przy stałym napięciu

Okazuje się, że pewniejszym i bezpieczniejszym sposobem jest ładowanie przy stałym napięciu akumulatora. Elektroniczny regulator troszczy się, by napięcie na akumulatorze stale miało jednakową, ściśle określoną wartość. Urządzenie ładujące powinno mieć możliwość regulacji tego napięcia w zakresie 2,25...2,5V/ogniwo.

Jak wskazano przy omawianiu rysunku 6, przy stałym napięciu, na początku ładowania prąd mógłby znacznie przekroczyć zalecaną wartość 0,25C. Dlatego przy ładowaniu akumulatorów o mniejszych pojemnościach zaleca się ładowanie z ograniczeniem prądu do wartości 0,1...0,25C. W przypadku akumulatorów o pojemnościach rzędu kilkudziesięciu Ah, problem ograniczenia prądu zwykle nie jest tak ostry, ponieważ sam transformator zasilający ma ograniczoną wydajność, co skutecznie zapobiega nadmiernemu wzrostowi prądu (np. przy 40Ah prąd 0,25C to 10A).

Zastosowanie ograniczenia prądowego powoduje, że na początku ładowania, nie jest to ładowanie przy stałym napięciu, a raczej przy stałym prądzie. Ale po częściowym naładowaniu napięcie akumulatora wzrasta do nastawionego napięcia ładowania i potem prąd zaczyna się zmniejszać. Przebiegi napięć i prądów podczas ładowania pokazano na **rysunku 10**. Liniami przerywanymi zaznaczono charakterystyki przy ładowaniu akumulatora rozładowanego tylko częściowo. Warto zauważyć, że przy takiej metodzie nie występuje problem przeładowania - po naładowaniu do określonego napięcia, prąd ładowania sam zmniejsza się do bezpiecznej, małej wartości.

Do jakiej wartości zmniejszy się prąd ładowania, gdy akumulator stale dołączony będzie do urządzenia ładującego?

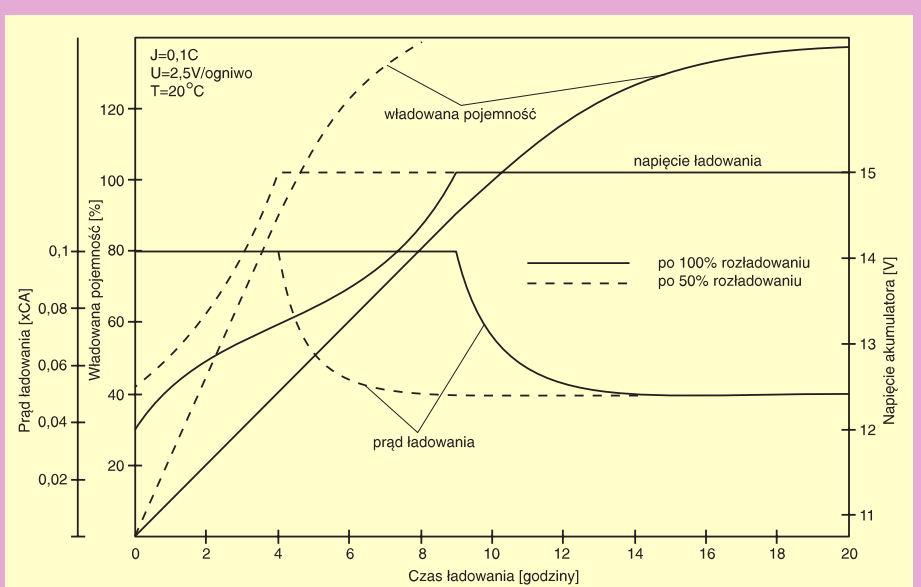
Zależy to od napięcia nastawionego w urządzeniu ładującym. Przykładowo rysunek 10 przedstawia charakterystykę ładowania przy nastawionym napięciu 2,4V/ogniwo i prądzie maksymalnym 0,1C. Z rysunku widać, że po długim czasie prąd ładowania ustabilizuje się na wartości około 0,015C. Porównaj teraz **rysunek 11**, dotyczący sytuacji, gdy napięcie końcowe zostało zwiększone do 2,5V/ogniwo. Jak widać akumulator naładuje się w tych warunkach nieco szybciej, ale prąd ładowania po długim czasie ustabilizuje się na znacznej wartości rzędu 0,04C!

Czy to ma jakieś znaczenie? Tak, i to duże!

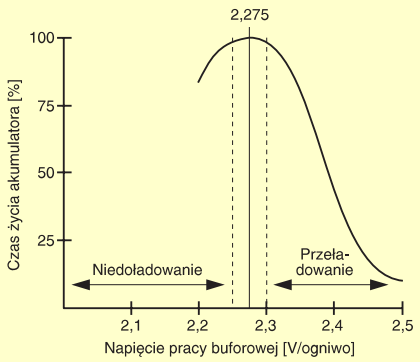
Pamiętaj bowiem, że akumulatory pracują generalnie albo w sposób cykliczny (ładowanie i rozładowanie), albo jako akumulatory rezerwowe w układzie z ciągłym doładowywaniem (tzw. praca buforowa ang. float mode lub standby mode).

Przy pracy cyklicznej zależy nam na pełnym i szybkim naładowaniu akumulatora. W takim wypadku można stosować prąd ładowania w zakresie 0,1...0,25C, i należy ustawić nieco wyższe napięcie ładowania - 2,4...2,5V/ogniwo.

Kiedy jednak akumulator ma pracować w urządzeniu, gdzie będzie ciągle doładowywany, nie wolno ustawiać tak dużego napięcia ładowania. Przy pracy



Rys. 11.



Rys. 12.

buforowej należy ustawić napięcie rzędu 2,25...2,30V/ogniwo (nominalnie 2,275V). Przy takim napięciu ciągły prąd doładowujący będzie miał wartość rzędu 0,0005...0,004C, co całkowicie wystarczy do uzupełnienia strat wynikających z samorozładowania. Przy tak małym prądzie, gazy powstające przy pełnym naładowaniu na bieżąco rekombinują na ujemnej elektrodzie zamieniając się w wodę - akumulator nie traci pojemności wskutek wysychania. Gdyby jednak akumulator pozostawał stale pod napięciem 2,4...2,5V/ogniwo, prąd doładowania byłby dużo większy (porównaj rys. 10 i 11), co wydatnie skróciłoby czas pracy akumulatora. Nie jest to błahostka - upewnia o tym **rysunek 12**. Jak widać, utrzymywanie na akumulatorze napięcia 2,5V/ogniwo skróci kilkakrotnie czas jego służby. A w optymalnych warunkach (T=20...22°C, U=2,23....2,33V/ogniwo) przeciętny czas życia akumulatora przy pracy buforowej wyniesie około 5 lat. Istotne informacje o utracie pojemności w funkcji czasu przy pracy buforowej pokazuje **rysunek 13**.

Natomiast przy pracy cyklicznej miarą trwałości jest nie czas tylko liczba cykli ładowania/rozładowania. Bardzo istotne informacje pokazuje **rysunek 14**. Jak widać, trwałość ogromnie zależy od stopnia rozładowania. Jeśli mądry użytkownik będzie ładował akumulator po jego częściowym rozładowaniu, to trwałość wyniesie ponad 1000 cykli. Przy rozładowaniu i ładowaniu, powiedzmy - nominalnym, trwałość wyniesie tylko nieco ponad 100 cykli. Tu widać, że z uwagi na trwałość, warto stosować akumulatory o pojemności większej, niż wymagana pojemność minimalna.

Z rysunków 4, 12...14 można wyciągnąć ważne wnioski: czas życia akumulatora ściśle zależy od temperatury pracy, ilości cykli i głębokości rozładowania, a także od napięcia ładowania.

Na zakończenie rozważań jeszcze słowo o napięciach.

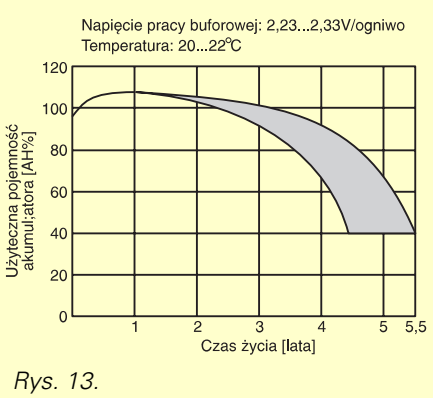
Jak wiadomo, że wzrostem temperatury rośnie szybkość reakcji chemicznych. Dlatego przy znacznych zmianach temperatury otoczenia, a ściślej biorąc, temperatury elektrolitu, należałoby odpowiednio zmieniać napięcie ładowania. Można tu mówić o współczynniku zmiany napięcia ładowania pod wpływem temperatury. Dla małych akumulatorów ołowiowych pracujących w sposób cykliczny wymagane napięcie 2,4...2,5V/ogniwo należałoby zmieniać -4...-5mV/°C. Dla akumulatorów stale będących pod napięciem, współczynnik ten wynosi około -3...-3,5mV/°C. Łatwiej to zrozumieć, analizując rusunek 15. Niektóre urządzenia ładujące mają obwody takiej kompensacji termicznej. Na **rysunku 15** podano temperaturę otoczenia. Przy pracy buforowej można przyjąć, że temperatura elektrolitu jest praktycznie równa temperaturze otoczenia. Ale przy dużych prądach ładowania należałoby wziąć pod uwagę temperaturę elektrolitu.

Producenci akumulatorów podają, iż w zakresie temperatur +5...+40°C kompensacja temperaturowa nie jest konieczna. Dlatego w praktyce należy określić średnią temperaturę pracy i na podstawie rysunku 15 ustawić odpowiednie napięcie ładowania.

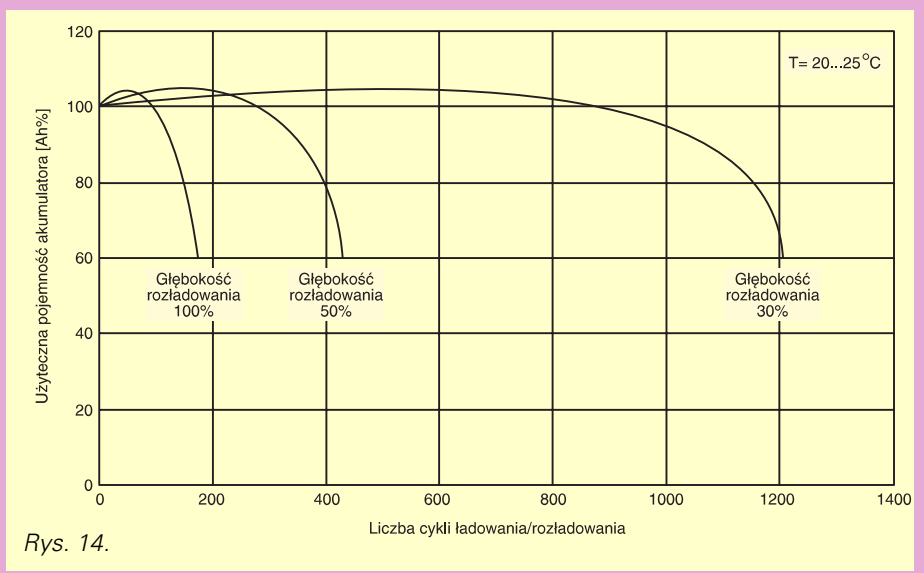
Ładowanie dwustopniowe

A co zrobić, gdy akumulator pracuje buforowo, i po rozładowaniu trzeba go szybko naładować?

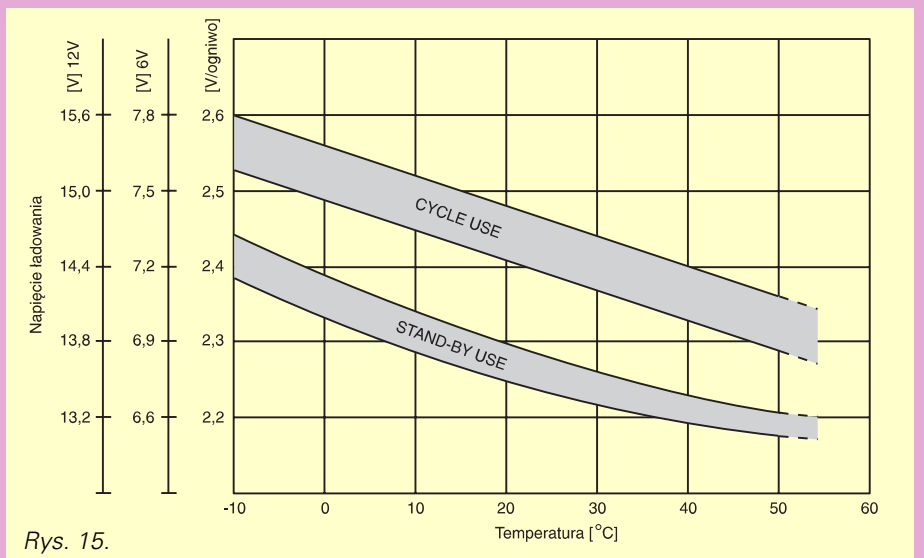
Jak zauważyłeś z rysunków 6, 10 i 11, aby przy ładowaniu ze stałym napięciem szybko uzyskać pełną pojemność, należałoby ładować znacznym prądem, rzędu



Rys. 13.



Rys. 14.



Rys. 15.

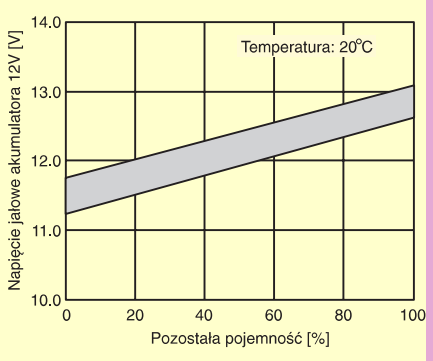
Rys. 16.

0,25C i ustawić napięcie 2,5V/ogniwo. Jednak przy tak wysokim napięciu buforowym, akumulator szybko straci pojemność.

Rozwiązaniem jest ładowanie dwustopniowe: Najpierw akumulator jest ładowany prądem 0,25C. Gdy napięcie na nim wzrośnie do wartości około 2,45...2,5V/ogniwo, elektroniczny układ sterujący zmniejszy napięcie pracy urządzenia ładującego do ok. 2,3V/ogniwo. Po przełączeniu zasilacza na niższe napięcie, prąd gwałtownie spadnie do zera, a potem po okresowym wzroście, ustali się na bezpiecznej wartości rzędu 0,02C. Przebieg napięcia i prądu ładowania pokazano na **rysunku 16**.

Do momentu przełączenia napięcia, w akumulatorze zdąży się zgromadzić około 80...90% pojemności nominalnej.

Jest to więc bardzo efektywny, szybki i bezpieczny sposób ładowania akumulatorów ołowiowych. Nie jest jednak popularny ze względu na większą złożoność aparatury ładującej, która musi zawierać układ progowy, zmieniający poziomy napięcia ładowania. Ponadto nie powinien być używany w systemach, gdzie akumulator podczas ładowania jest połączony bezpośrednio z obciążeniem.



Rys. 17.

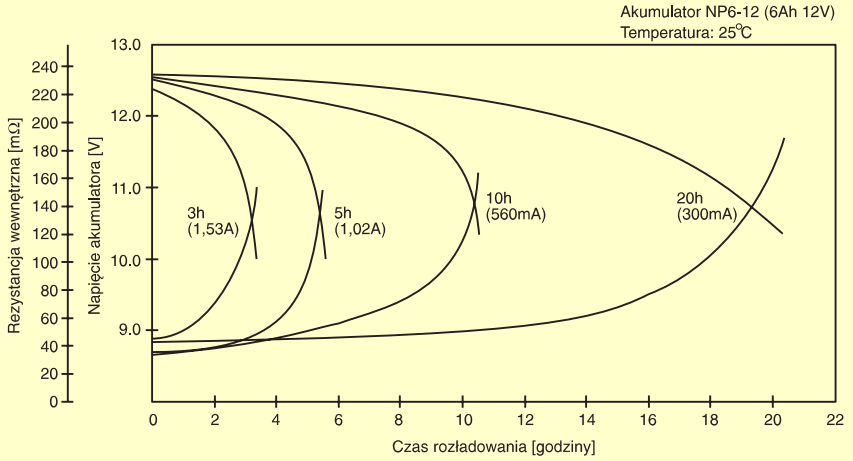
Inne ważne charakterystyki

Na **rysunku 17** pokazano wykres umożliwiający orientacyjne ustalenie stopnia naładowania, przez pomiar napięcia akumulatora (bez obciążenia).

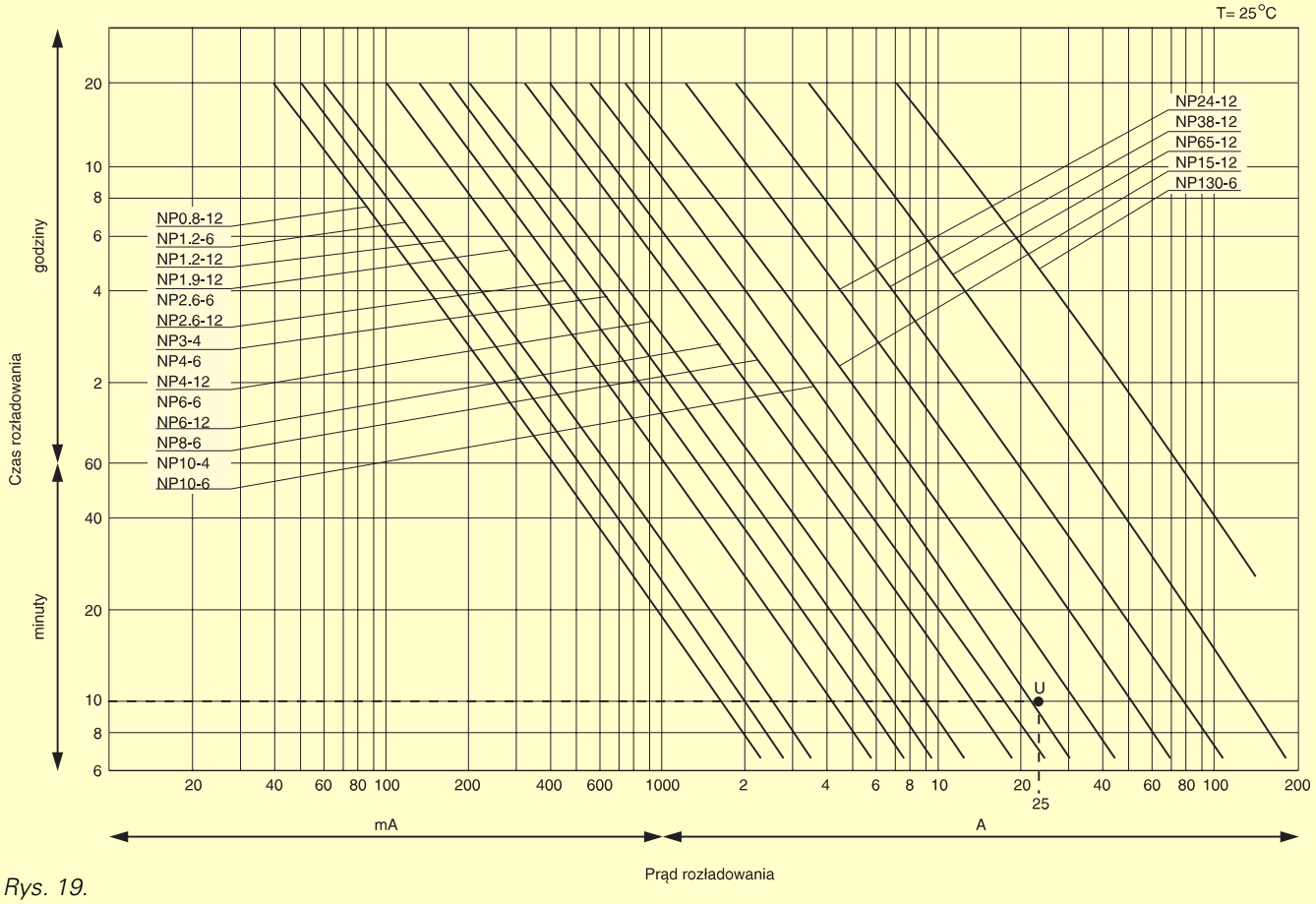
Wykres powstał na podstawie licznych pomiarów i doświadczeń. W praktyce nie pozwala on do dokładne określenie dostępnej pojemności, ponieważ rozrzut napięć między poszczególnymi egzemplarzami jest dość znaczny i błąd oszacowania sięga 30%. Jednak po przeprowadzeniu kilku pomiarów z konkretnym egzemplarzem akumulatora, można z dość dużą dokładnością ustalić zależność napięcia (bez obciążenia) od stopnia rozładowania. Istotne informacje zawiera również **rysunek 18**, pokazujący zależność napięcia i rezystancji wewnętrznej (mierzonej przy prądzie zmiennym 1kHz) od stopnia rozładowania akumulatora 12-woltowego o pojemności nominalnej (20-godzinnej) równej 6Ah. Jak widać rezystancja wewnętrzna z początkowej wartości 40m<234> rośnie do około 200m<234>. Przy akumulatorach o innej pojemności wartość rezystancji zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do pojemności.

Należy jednak mieć na uwadze, że ta podawana często w katalogach rezystancja wewnętrzna dotyczy prądu zmiennego. Dlatego nie ma sensu obliczanie maksymalnego prądu stałego przez podzielenie napięcia akumulatora (np. 12V) przez tę rezystancję. A w ogóle wartość prądu zwarciowego nie niesie jasnej informacji o możliwościach akumulatora. Przy określaniu pojemności, jaką musiałby mieć akumulator do konkretnego zastosowania, należy raczej skorzystać z rysunku 1. Dodatkowe informacje potrzebne do dobrania właściwego akumulatora typu NP firmy YUASA zawarte są na **rysunku 19** - wystarczy znać pobór prądu i czas, przez jaki ma on być pobierany. Na przykład jeśli komputerowy UPS przez 10 minut pobierałby prąd o wartości 25A, należy zastosować akumulator o pojemności 15Ah lub większej. Na rysunku 19 pokazuje to punkt oznaczony U. Należy zwrócić uwagę, że dla akumulatora o pojemności C = 15Ah jest to prąd 1,66C, i że dane z rysunku 19 zgadzają się z rysunkiem 1. W praktycznym zastosowaniu należy jeszcze uwzględnić minimalne napięcie, do jakiego można rozładować akumulator. W zastosowaniach, gdzie wymagany prąd jest większy niż 1C, warto stosować akumulatory wersji NPH przeznaczone do takich właśnie celów.

Podane informacje oparte są na materiałach japońsko-brytyjskiej firmy YUASA. Akumulatory tej firmy sprzedawane są również w sieci handlowej AVT. Dane z wykresów są prawdziwe dla podobnych szczelnych akumulatorów ołowiowych innych wiodących firm.



Rys. 18.



Rys. 19.

Należy jednak pamiętać, że wszystkie podane informacje dotyczą akumulatorów kwasowych. Inne rodzaje akumulatorów (w tym popularne kadmowo-niklowe) mają zupełnie inne charakterystyki i muszą być ładowane innymi metodami. O tym za miesiąc.

A na **rysunku 20** możesz jeszcze zobaczyć prosty układ ładowarki akumulatorów ołowiowych 12V, proponowany przez firmę Linear Technology. Zapewnia on ładowanie metodą stałego napięcia, co jest rozwiązaniem lepszym, niż układ progowy opisany w EP11/95.

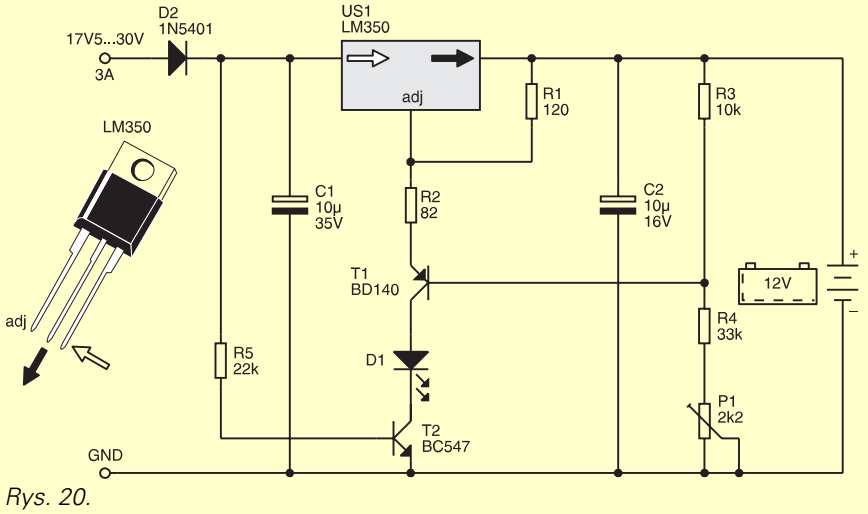
Dioda D2 zabezpiecza układ scalony przed uszkodzeniem w wypadku zaniku napięcia zasilającego. Podobnie tranzystor T2 zabezpiecza przed rozładowaniem akumulatora w obwodzie R1, R2, T1, D1, T2. Przy braku napięcia na wejściu, nie płynie przez rezystor R5 prąd bazy tranzystora T2. Tranzystor T2 jest więc zatkany; nie świeci także kontrolka ładowania - LED D1.

Napięcie ładowania jest wyznaczone przez elementy R1, R2, T1, R3, R4 i P1. W układzie zastosowano dość rozbudowany układ regulacyjny z tranzystorem T1, ale dzięki temu wartość napięcia wyjściowego jest zależna od temperatury (porównaj rysunek 15). Napięcie złącza baza-emiter tranzystora zmniejsza się z temperaturą o około 2mV/°C. Wskutek obecności dzielnika R3, R4, P1 całkowity współczynnik cieplny napięcia wyjściowego wynosi około -8mV/°C. Jest to trochę więcej niż podawane wcześniej -3...-5mV/°C - jak widać inne firmy podają nieco odmienne parametry ładowania.

Za pomocą potencjometru P1 należy ustawić napięcie ładowania odpowiednio do podanych wcześniej wskazówek: przy pracy buforowej 13,5...13,8V, przy pracy cyklicznej 14,4...15,0V. Być może dla uzyskania takiego zakresu regulacji za pomocą potencjometru P1, trzeba będzie skorygować wartość rezystora R4.

Układ przedstawiony na rysunku 20 zawiera 3-amperowy stabilizator LM350. W układzie można zastosować dużo tańszą, popularną 1,5-amperową kostkę LM317. Oczywiście w każdym wypadku stabilizator powinien być umieszczony na odpowiednim radiatorze. Również tranzystor pomiarowy T1 dobrze byłoby przykręcić do niewielkiej aluminiowej blaszki i umieścić jak najbliżej akumulatora - jego zadaniem jest przecież dostosowanie napięcia ładowania do temperatury akumulatora.

Układ z rysunku 20 został zaczerpnię-



Rys. 20.

ty z literatury i nie był testowany w redakcyjnym laboratorium. Jeśli Czytelnicy EdW byliby zainteresowani ładowarką akumulatorów ołowiowych, chętnie opracujemy i opublikujemy stosowny projekt. Czekamy także na listy z praktycznymi doświadczeniami i opiniami na temat akumulatorów ołowiowych.

(red)

* Napis na akumulatorach kadmowo-niklowych 15HRS 70mA oznacza, że zaleca się ładowanie ich prądem o wartości 70mA przez 15 godzin (ang. hours).